



DOCUMENTO N° 1 MEMORIA

E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos de Madrid

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

PROYECTO FIN DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL
Y TERRITORIAL

**PROYECTO CONSTRUCTIVO NUEVO PUENTE EN BURBAGUENA SOBRE EL RIO
JILOCA**

Autor del proyecto: **Manuel Domínguez Herrerías**

Nº de matrícula: **125**

Tutor del proyecto: **Fernando Rodríguez López. Doctor Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos**

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS

- MEMORIA
- ANEJO I Planeamiento Urbanístico
- ANEJO II Cartografía y Topografía
- ANEJO III Geología e Hidrogeología
- ANEJO IV Hidrología e hidráulica
- ANEJO V Dimensiones de los vehículos usuarios de la infraestructura
- ANEJO VI Predimensionamiento y valoración de alternativas
- ANEJO VII Cálculo estructural
- ANEJO VII Proyecto geotécnico
- ANEJO IX Descripción y cálculo de los caminos de acceso, explanada, firmes drenaje y firme tablero
- ANEJO X Estudio de impacto ambiental
- ANEJO XI Plan de obra
- ANEJO XII Señalización
- ANEJO XIII Clasificación del contratista

DOCUMENTO N° 2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

- Prescripciones y disposiciones generales
- Unidades de obra

DOCUMENTO N° 3 PLANOS

DOCUMENTO N° 4

- MEDICIONES
- CUADRO DE PRECIOS N° 1
- CUADRO DE PRECIOS N° 2
- PRESUPUESTO
- ULTIMA HOJA

DOCUMENTO N°5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

ÍNDICE MEMORIA

“PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN NUEVO PUENTE EN BURBÁGUENA SOBRE EL RIO JILOCA”

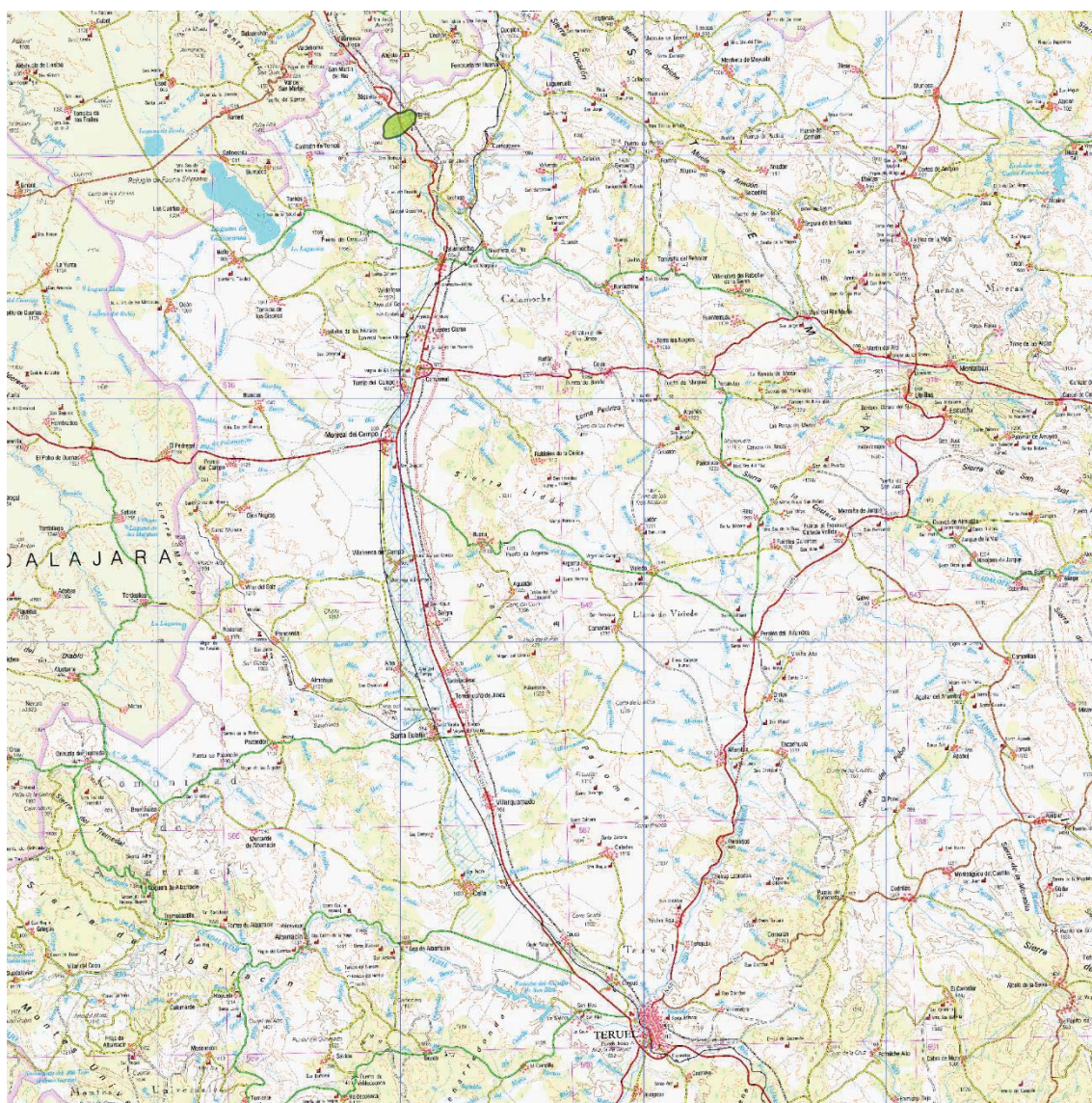
1. Antecedentes.Encuadre de proyecto	1
2. Justificación y necesidad del proyecto.Promotor	3
3. Objetivos generales y particulares de la obra	5
4. Encargo del proyecto	6
5. Equipo redactor del proyecto	6
6. Situación previa de la zona de estudio para la construcción de la obra	7
7. Programa de necesidades	11
8. Estudio de alternativas	12
9. Descripción del proyecto	16
9.1 Descripción general	16
9.2 Cartografía y topografía	16
9.3 Geología e hidrogeología	17
9.4 Hidrología	18
9.5 Dimensiones de vehículos usuarios de la infraestructura	19
9.6 Geotécnia	20
9.7 Estructuras	22
9.7.1 Descripción del puente	22
9.7.2 Método constructivo	22
9.7.3 Cálculo de la estructura	22
9.8 Carreteras de acceso al puente	24
9.9 Acabados	25
9.9.1 Señalización y pavimentación	25
9.9.2 Alumbrado	25
10. Estudio de impacto ambiental	25

11. Plan de obra	26
12. Plan de calidad	26
13. Clasificación del contratista	27
14. Seguridad y salud	27
15. Presupuesto	27
16. Documentos que integran el proyecto	28
17. Plantas de hormigón y talleres de ferralla	29
18. Conclusión	30

1. Antecedentes. Encuadre del Proyecto

El municipio de Burbáguena se encuentra ubicado en la comarca del Jiloca, perteneciente a la provincia de Teruel (Aragón). Dicho municipio se encuentra separado en dos partes por el río Jiloca, que atraviesa los límites municipales de norte a sur, dejando en su margen derecha el núcleo urbano y en su margen izquierda los campos de explotación agrícola y ganadera, el albergue/restaurante “El Molino” y la residencia de la tercera edad de los franciscanos.

Situación de Burbaguena



Mapa Provincial España 1:200.000 (Hoja Teruel). Ajustado a tamaño actual y reescalado. Escala de presentación: 1:600.000

Mapa MTN50 (Hoja 465) Escala: 1:50.000



Escala de la presentación: 1:70.000

Municipios vecinos de burbáguena dentro de la Comarca del Jiloca.

Término municipal Burbáguena resaltado en rojo.

2. Justificación y necesidad del proyecto. Promotor

El presente estudio de “construcción de un nuevo puente sobre el río Jiloca a su paso por Burbáguena” surge como respuesta por parte del Gobierno de Aragón a través de su departamento de obras públicas, Urbanismo, viviendas y transportes a la enmienda de los presupuestos generales de la Comunidad autónoma de Aragón del 2015 en la comarca del Jiloca, interpuesta por la concejalía de Urbanismo, medio ambiente e Infraestructuras del Ayuntamiento de Burbáguena ostentada por Don Adolfo Villanueva (Chunta Aragonesista). Por la presente se procede a describir las razones que han motivado la realización del presente estudio:

- Deterioro progresivo del puente por antigüedad y falta de mantenimiento.
- Desfase de la tipología estructural acorde al tráfico rodado actual.
- Carácter social y económico del nuevo puente como elemento vertebrador e impulsor de la comunicación y actividad económica en ambos márgenes del río en el término municipal de Burbáguena.
- Puente antiguo de valor histórico y patrimonio cultural del municipio, apto para convertirse en pasarela de carácter recreativo e integrado como elemento de conexión de Burbáguena con el futuro camino natural de largo recorrido proyectado uniendo Santander con el Mediterráneo fomentado por la entidad Tragsa, perteneciente al Ministerio de Agricultura, alimentación y medio ambiente. Dicho Camino natural constituye un proyecto ambicioso que consistiría en la continuación del actual camino natural: Sagunto (Provincia de Valencia) –Santa Eulalia del Campo (Provincia de Teruel) hasta Caminreal (provincia de Teruel). Enlazando con la extinta vía minera de ferrocarril que transcurre por los términos municipales de Caminreal- Burbáguena-Baguaena-Calamocha-Daroca – Montón-Paracuellos del Jiloca -Calatayud, que pertenece a ADIF y que se acondicionaría como nuevo camino natural perteneciente al MAGRAMA. Finalmente el camino natural se enlazaría con su último tramo Calatayud-Soria-Santander, ya proyectado por el Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente como camino natural, que permitiría completar el proyecto de la vía verde del eje Cantábrico-Mediterráneo, recogido como una de las dos grandes infraestructuras de caminos naturales a llevar a cabo entre 2015-2017 en el marco del plan Juncker, plan europeo de inversiones para la dinamización económica y social en Europa.

-La necesidad del nuevo puente se presenta en último término como elemento cohesivo de las dos partes del pueblo de Burbaguena separadas por el río que proporcione continuidad al municipio y evite aislamientos y situaciones de fricción social.

Estudiados y aptos los motivos de realización de la nueva infraestructura se otorga el estatus de promotor de la obra pública desarrollada en el presente documento de proyecto constructivo al ayuntamiento de Burbáguena circunscrito a la comarca del Jiloca, destinándose una partida de...Euros.....en los presupuestos generales de la comunidad autónoma de Aragón para el ejercicio 2015, a los presupuestos municipales de Burbaguena en el ejercicio 2015, procedente de la partida destinada como fondo de desarrollo territorial y rural, enmarcada en el programa de políticas territoriales y de financiación comarcal de la partida general de transferencias a entidades locales ,sita en el anexo I del texto articulado de la ley 13/2014 de Presupuestos de la comunidad autónoma de Aragón para el ejercicio 2015 publicada en el Boletín Oficial de Aragón a fecha 30 de diciembre de 2014.

3. Objetivos generales y particulares de la Obra

El objetivo general de la obra del nuevo puente se desdobra en dos grandes objetivos:

- Los esfuerzos de construcción del nuevo puente se dirigen a dar continuidad a la planificación territorial existente en la actualidad dentro del municipio de Burbáguena.
- Se busca favorecer la integración del municipio como lugar de interés turístico en el marco del proyecto de la vía verde Sagunto-Santander en su tramo que pasa por Burbáguena, dejando de uso peatonal y para ciclistas el viejo puente, conduciendo el tráfico de tractores agrícolas, de camiones recolectores de las granjas y de los campos de cultivos por el nuevo puente.

Los objetivos particulares de la obra en su emplazamiento se dirigen a:

- Evitar los vadeos incómodos de tractores de arado con sus aperos que no pueden pasar por el actual puente, por razones de carga o de anchura, y deben dirigirse por la N-234 hasta el paso de Baguena, donde se estrecha el río y hay construido un pequeño puente de luz 4 m con la anchura de la plataforma suficiente para el paso de tractores y de los camiones recolectores de las explotaciones agrícolas y ganaderas.
- Evitar el vadeo de los autobuses y autocares de la Residencia de la 3ª edad dependiente de la comunidad autónoma de Aragón ubicada en las cercanías del viejo puente y dar una comunicación rápida para cualquier tipo de vehículo al centro. Dar un paso seguro y funcional para el paso de dichos vehículos.
- Evitar las incomodidades y retenciones que genera el tránsito de tractores agrícolas por la N-234 de camino a Baguena a el resto de los usuarios de la vía.
- Aportar con el nuevo puente un paso seguro y funcional para todos los vehículos que hacen uso de la red de caminos del COMENA (caminos a titularidad de la Dirección general de conservación del medio natural, Departamento de agricultura, ganadería y medio ambiente del Gobierno de Aragón) donde se encuentran instaladas las fincas, granjas y cultivos de la margen izquierda del río Jiloca.

4. Encargo del proyecto

El presente documento conforma la memoria del proyecto constructivo “construcción del nuevo puente rural sobre el río Jiloca a su paso por Búrbaguena” que a su vez consta de los documentos:

- Anejos a la memoria.
- Prescripciones técnicas particulares
- Planos
- Presupuestos
- Estudio de seguridad y salud laboral

Se realizó el encargo del proyecto constructivo a la empresa ingenieros civiles y territoriales Madrid S.A por parte de la administración central del gobierno de Aragón a través de la secretaria general técnica del departamento de obras públicas,urbanismo,vivienda y transporte, siendo el el conjunto de documentos citados ,el fruto del acuerdo contractual alcanzado entre las dos partes.

5. Equipo Redactor del proyecto

El equipo redactor de todos los documentos integrantes del proyecto está formado por el jefe del departamento de proyectos rurales D.Manuel Dominguez Herrerias (ingeniero) civil y territorial con NIF 47297404C.

El tutor del proyecto es Don Fernando Rodriguez Lopez Doctor ICCP.

Los documentos conformantes del proyecto fue terminado de redactar en su totalidad a fecha 20-07-2015 y entregado al cliente para determinar las averiguaciones necesarias para su conformidad.

6. Situación previa de la zona de estudio para la construcción de la obra

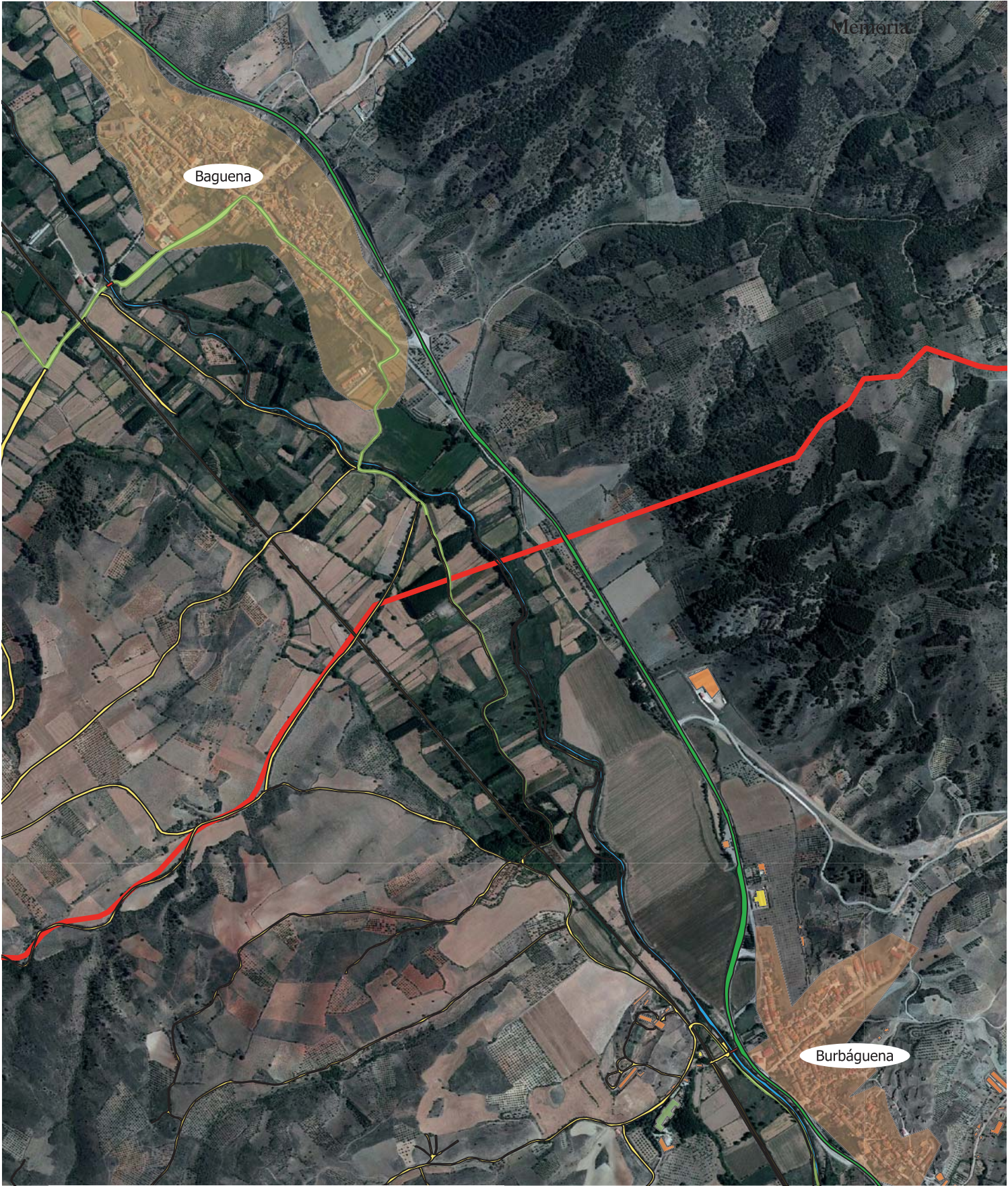
Se ha realizado un estudio de la zona afectada por el antiguo puente por medio de un sistema de información geográfica, a través del cual se pasa a describir la zona a través de planos.








Plano n°1

Se presenta la zona afectada por el desequilibrio funcional del antiguo puente. La zona se limita a los términos municipales de Burbáguena y Baguena afectando de manera directa a los habitantes de Burbáguena y de manera indirecta a los habitantes de Baguena y a los usuarios de paso de la N-234.

Se facilita la visualización del vadeo que deben realizar todos aquellos vehículos no turismos que deseen cruzar el río Jiloca por el puente de Burbáguena desde su margen derecha hacia su margen izquierda, por anchura excesiva o tonelaje superior a 15 t. Este vadeo consiste en transitar por la N-234 hasta Baguena, desviarse hacia el interior del pueblo para tomar el camino natural GR-160 asfaltado en su tramo interior a Baguena, cruzar el puente de hormigón de luz 4 m de baguena sobre el río Jiloca y finalmente transitar, ya en la margen izquierda del río, por caminos del COMENA ó por el camino natural GR-160 en tramos alternos hasta cruzar el término municipal de Burbáguena y acceder a los zonas de explotación ganaderas y agrícolas de destino.

El plano se encuentra construido sobre una ortofoto del Plan nacional de ortografía aérea (PNOA) de máxima actualidad correspondiente a la hoja 465 del MTN50 en el sistema geodésico de referencia ETRS89 en coordenadas UTM zona 30N.



-  Caminos COMENA
-  Paso por baguena
-  Rio jiloca
-  Termino municipal burbaguena
-  puente burbaguena
-  Camino del Cid (GR-160)_Camino Natural
-  carretera N-234



Plano nº2

Se facilita la visualización a escala 1:10.000 de la situación de la zona directamente afectada por el antiguo puente de burbáguena. Se pasan a describir las situaciones presentes en el entorno del puente:

- Conexión núcleo urbano del municipio , N-234 por medio del puente con concentración de cruce de caminos del término municipal a la izquierda del rio Jiloca.

- En la margen izquierda del rio se materializa el cruce del antiguo vial del ferrocarril para las minas de ojos negros cerrada ,propiedad de ADIF ,utilizada en la actualidad como camino para vehículos de tracción agrícola, con el camino natural del Cid (GR-160) dependiente del MAGRAMA que comparte su gestión y mantenimiento como camino de la dirección general de conservación del medio natural (COMENA) del gobierno de Aragón en parte de su trazado. Se completa la clasificación administrativa de los caminos que convergen al antiguo puente de Burbáguena ,y en definitiva de la totalidad de caminos existentes, con la presencia de los caminos del COMENA que riegan todas las explotaciones agrícolas y ganaderas en la margen izquierda del término municipal de Burbaguena dando accesibilidad y movilidad a sus trabajadores y a los servicios de los que precisen.

- Concentración de viviendas(Granjas y viviendas unifamiliares) , Residencia de los hermanos franciscanos para mayores ,Hostal-Restaurante “El Molino” en el enclave de cruce de vías de comunicación en las cercanías del puente.

- Presencia de paso somero-plataforma peatonal con ancho útil para el paso de dos personas aguas abajo del puente de Burbáguena.

- Entorno rural en el margen izquierdo del rio donde predominan cultivos y zonas dedicadas al pastoreo de ganado,mientras que en el margen derecho predomina un entorno interurbano donde hay una transición del casco urbano hacia el entorno rural a través de la carretera nacional 234.

- Planeamiento urbanístico y usos del suelo de las parcelas adyacentes al cauce del rio conformantes del estudio de expropiación ver Anejo Urbanistico.



Legenda

- Caminos COMENA
- punte burbaguena
- Via Antiguo_Ferrocarril
- Paso somero sobre rio
- Camino del Cid (GR-160)_Camino Natural
- Rio jiloca
- cementerio
- carretera N-234
- Residencia Hermanos franciscanos
- Hostales ,Restaurantes,Albergues
- Granjas y Fincas Burbaguena

Escala : 1:10.000
Metros

Plano nº2

7. Programa de necesidades

Se plantea en este apartado el programa de necesidades a satisfacer para cumplir los objetivos funcionales buscados por la infraestructura cuyo diseño y disposición de órdenes de materialización es objeto del presente proyecto.

Objetivos del proyecto de infraestructura de un puente sobre el río Burbáguena:

- Salvar la barrera natural entre las dos mitades del municipio, impuesta por el río Jiloca en una ubicación cercana al núcleo urbano del pueblo.
- Dotar de capacidad portante al puente y las carreteras de acceso para el tránsito de vehículos pesados, principalmente maquinaria agrícola y ganadera de las fincas de explotación cercanas.
- Dotar de anchura de calzada suficiente para el paso sin problemas de maquinaria que supere ligeramente las dimensiones máximas autorizadas por la dirección general de tráfico, que pueden circular por vías rurales, como a la que da acceso al puente.
- Dotar de arcones al puente para el paso relajado de viandantes del municipio y ciclistas.
- Dotar de soporte turístico a la ruta del camino rural GR-160 del Cid, acercando la industria hostelera local a los ciclistas y caminantes que se dispongan efectuando esta ruta rural, a través de un paso amplio y seguro.

Estudios básicos necesarios para la fase de proyecto:

Son precisos la realización de los siguientes estudios básicos para el establecimiento de las dimensiones, procesos y materializaciones tanto de un estudio previo de alternativas, como las finales del proyecto de la obra:

- Estudio urbanístico para concretar los suelos afectados por la realización del proyecto y su estado catastral y urbanístico.
- Estudio topográfico para fijar una red básica topográfica que permita trazar un itinerario planimétrico-altimétrico que permita replantear la obra in situ.
- Estudio geológico e hidrogeológico para localizar las principales unidades geológicas, descartar riesgos geológicos e investigar una posible afección al sistema de acuíferos local de la obra.

- Estudio hidrológico para realizar las averiguaciones necesarias encaminadas a predecir el comportamiento del río que se salva por el puente, en su fase más violenta de avenida.
- Estudio de dimensiones de los vehículos carreteros, en el caso particular del presente proyecto por tratarse de un puente rural, para cotejar las dimensiones de los vehículos de los usuarios, a los que va ir destinado el servicio de transporte, pudiendo así dotar al puente y caminos de acceso las dimensiones adecuadas.
- Estudio de predimensionamiento y valoración de alternativas, para elaborar un camino de consecución material eficiente de la infraestructura objeto del presente proyecto.
- Estudio geotécnico para identificar las características del terreno sobre el que asentará el conjunto de la obra y que definirá en gran medida su diseño y cálculo.
- Estudio de impacto ambiental para la medición de la afección negativa prevista por la obra sobre la biodiversidad en la que se instaura, de manera que se puedan definir medidas correctoras a través de los correspondientes planes.

Límites de costes y tiempo

La infraestructura por tratarse en el ámbito rural en promoción por parte del Excmo. ayuntamiento de Burbáguena se ajustará a un presupuesto municipal moderado.

El tiempo de ejecución del proyecto no superará el año de duración en ningún caso.

Calidad del diseño

Se efectuará un seguimiento de la calidad de los materiales, el proyecto y la ejecución a través de las normativas europeas dispuestas así como la normativa nacional vigente.

Por el carácter académico del presente proyecto, no se lleva a cabo esta parte de definición del proyecto, si bien se definiría en un proyecto constructivo real a través del pertinente de anejo de control de calidad y su inclusión de ejecución material en las partidas del presupuesto.

8. Estudio de alternativas

La valoración de alternativas para la elección de la solución de proyecto está contenida en el anejo VI “Predimensionamiento y valoración de alternativas”.

La ubicación de la infraestructura de transporte objeto de proyecto se encuentra ubicada en un tramo de suelo interurbano, se encuentra acotada por las condiciones de tipología vial principales de:

- De una carretera convencional
- De calzada única con un carril por cada sentido de circulación sin separación física.
- Con acceso limitado a propiedades colindantes.
- De una carretera proyectada a efectos de condiciones orográficas, sobre un relieve llano, de acuerdo a la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original del terreno interceptada por la explanación de la carretera, inferior al 5%.

Por todo esto se definieron como factores a valorar en la creación de alternativas de solución constructiva de la infraestructura los siguientes:

- Ubicación del puente
- Tipología del puente
- Geometría de los enlaces del puente a la N-234 y al GR-160.

Si bien el primer y tercer factor presentan su respectivo estudio en el citado anejo, las conclusiones se resumen en:

- Una ubicación de la futura infraestructura, cercana al puente antiguo de Burbáguena del siglo XX, 100 metros aguas arriba del antiguo puente.
- Unos accesos Este (N-234) y Oeste (GR-160) de 20,4 m y 7,5 m, respectivamente, en alineación curva con ligera pendiente ascendente simple y una alineación descendente recta simple respectivamente.

Finalmente la tipología del puente presenta un estudio más elaborado.

Dado que la orografía no presenta condicionantes problemáticos al ser prácticamente plana en la extensión de la obra, el estudio de alternativas del puente se centra en el tablero.

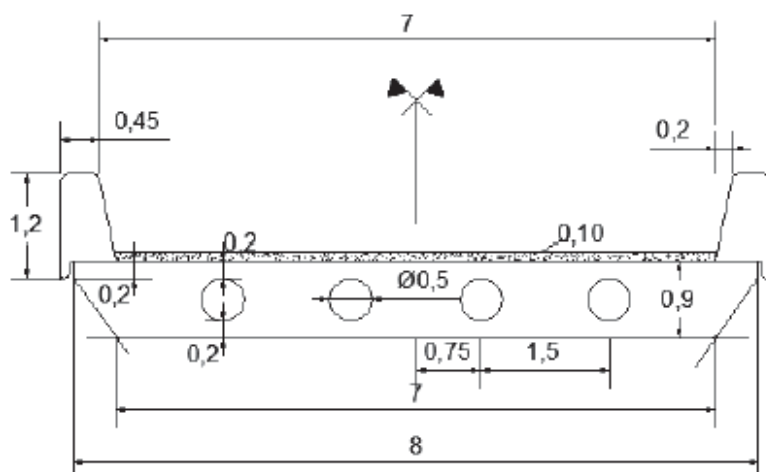
Los factores tenidos en cuenta para el predimensionamiento de las alternativas de soluciones constructivas de tablero de puente a valorar son:

- Facilidad constructiva; eliminación de encofrados raros o complicados de ejecutar, con necesaria presencia de personal muy especializado.
- Eliminación de elementos estructurales introducidos en el cauce, que afecten negativamente a la dinámica fluvial, a la biodiversidad y que involucren procesos constructivos que precisen de personal y maquinaria especializada (tablestacado).
- Tipologías estructurales ajustadas a luces de bajas de 26 metros, eliminando como alternativas puentes pórtico, puentes cajón o puentes arco.
- Tipologías ajustadas a esbelteces altas, enfocándose la solución hacia tableros de vigas o losa.
- Eliminando la mayor cantidad de procesos industriales insitu, así como de tipologías que involucren gran cantidad de elementos susceptibles de ser mal ejecutados con facilidad; soldaduras, uniones metálicas (cartelas, tornillos, tolerancias), dejando de lado los puentes metálicos de cerchas.
- Teniendo en cuenta un material durable con gran capacidad de hacer frente a las inclemencias, previniendo un mantenimiento desfavorable o inexistente.

Por todo esto el estudio de alternativas convergió en dos soluciones de tablero de puente:

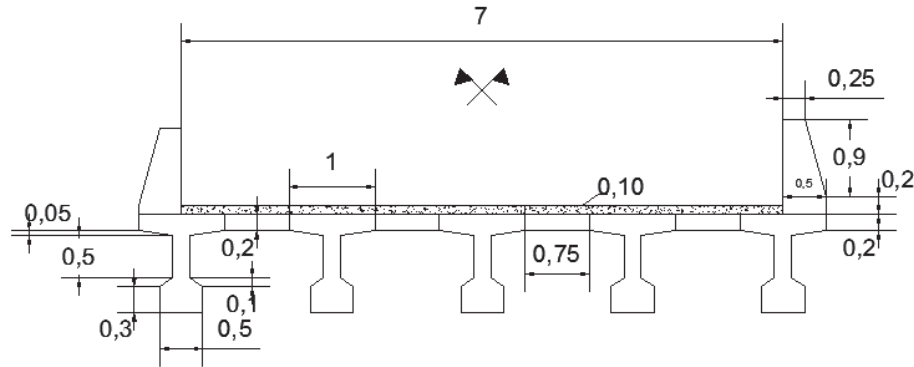
- Alternativa 1: Puente losa aligerada interiormente pretensada.

Puente construido completamente in situ con encofrados convencionales.



- Alternativa2: Puente de vigas prefabricadas de hormigón pretensadas

Puente construido con vigas prefabricadas de hormigón pretensadas
construidas en taller, llevadas a obra y unidas con losa de hormigón armado
ejecuta in situ.



Tras un predimensionamiento de las dos alternativas de soluciones de puente, dando lugar a las alternativas predimensionadas mostradas, se llevó a cabo una valoración económica sobre las alternativas dando una ventaja económica a la alternativa 1 de puente losa.

Finalmente tras la aceptación de todas las partes, se concluyó como la mejor, la alternativa 1, así se continuó con la elaboración del conjunto de estudios básicos y complementarios para la realización del proyecto constructivo de un puente losa aligerada interiormente pretensada, sobre el río Jiloca.

9. Descripción del proyecto

9.1 Descripción general

El puente sobre el río Jiloca se sitúa en el entorno interurbano del municipio de Burbáguena, en la comarca del Jiloca (Teruel).

El enclave del puente está situado en el río Jiloca y permite una conexión directa entre la mitad Oeste del municipio y la mitad Este a través de la N234, permitiendo el correcto drenaje transversal de la cuenca a la que pertenece. Las cotas a alcanzar en los extremos del puente vienen marcadas por el gálibo del puente a la 807 m (altitud ortométrica, referenciada al mareógrafo de Alicante).

Se ha proyectado un puente de 26 m de longitud total entre ejes de estribos, compuesto por 1 vano.

La estructura del tablero es de hormigón posteso e isostático.

El tablero apoya en los estribos mediante apoyos de neopreno zunchado, permitiendo deformaciones impuestas derivadas de cambios de temperatura, frenado, así como fenómenos de retracción y fluencia en el hormigón.

Los esfuerzos se transmiten a las cimentaciones de los estribos.

Los estribos descansan sobre una zapata de 8x3x1 m, igual para ambos.

9.2 Cartografía y topografía

En la redacción del presente proyecto, ubicado en p.k 206,14 de la carretera N-234, se utilizaron la siguiente relación de documentación:

- Vértices geodésicos ROI, con números: 46552, 46530 y 46570.
- Vértices Geodésicos REDNAP altimétricos: 214065, 214064 y 214063.
- Mapas MTN25 Hojas 465-3 y 465-4 en coordenadas planimétricas UTM ETRS89 Zone 30N, productos del Instituto Geográfico Nacional.

Para la obtención de la cartografía o topografía de la zona de replanteo se optó por la extracción de las curvas de nivel con equidistancia de 1 metro del Modelo Digital del Terreno 05 Lidar. Además se enriqueció la topografía con los viales, caminos y edificaciones existentes gracias al producto del IGN, Ortofoto 0465 georreferenciada en ETRS89 h30 perteneciente al Plan Nacional de Ortofoto Aérea.

Con las bases de datos referidas se compuso:

- Una red básica topográfica. (Ver plano en el documento n°3 Planos).
- Una cartografía zona de bases de replanteo. (Ver plano en el documento n°3 Planos).
- Un croquis de itinerio altimétrico basado en la cartografía de la zona de base de replanteo para dar altimetría desde la red REDNAP a la base de replanteo y a partir de ahí radiar el replanteo.

La información relativa a la topografía, como son las coordenadas de la red básica, las bases de replanteo, y finalmente de los estribos, puede consultarse en el Anejo de Cartografía y Topografía y en los planos de cartografía y replanteo de la obra.

9.3 Geología e hidrogeología

Para la elaboración del presente proyecto se ha empleado toda la información geológica proporcionada por instituto geominero español, en concreto por la siguiente cartografía con las memorias asociadas:

- Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 ,2ª Serie, Hoja 465, producto del IGME.
- Mapa Nacional de Rocas Industriales a escala 1:200.000, Serie Antigua, hoja 40 Daroca, producto del IGME.
- Mapa Nacional Hidrogeológico a escala 1:200.000, hoja 40 Daroca, producto del IGM.

A falta de datos más representativos, se adaptan para la zona de estudio.

Geológicamente la zona de proyecto se ubica en el valle del Jiloca que se trata de una fosa tectónica rellena con materiales.

Los materiales que conforman esta zona son mayoritariamente depósitos de abanicos aluviales y terrazas fluviales por cantos de cuarcitas, conglomerados silíceos gravas cuarcíticas y limos en depósitos aluviales.

Desde el punto de vista de riesgos geológicos no se aprecian fallas activas que afecten a las cimentaciones de los estribos ni que puedan dar problemas de subsidencias, por esto, a pesar de del origen tectónico de la zona, no existe riesgo sísmico.

No se aprecia peligro de deslizamientos profundos, por la naturaleza orográfica plana.

No se aprecian posibilidad significativa de creación de cárcavas que dañen la infraestructura, para cuyo drenaje además se dispondrán los dispositivos indicados en el anejo de hidrología y de caminos de acceso.

Se aprecia la posibilidad de socavación de fondo por efecto de la erosión fluvial lo que será tenido en cuenta adoptando una separación de seguridad entre las zapatas de los estribos y el perímetro mojado del río, a través de la modelización oportuna llevada a cabo a tal efecto en el anejo de hidrología.

A efectos hidrogeológicos no se aprecia afección a los acuíferos de la cuenca.

Además se designan las canteras y vertederos aptos para la obra del presente proyecto por su cercanía y aptitud de materiales y vertido respectivamente.

La información particularizada de la Geología puede consultarse en el Anejo de Geología e hidrogeología.

9.4 Hidrología

En el presente proyecto se realiza, en una primera instancia, un estudio de la cuenca que confluyen en el río Jiloca para conocer el caudal y las precipitaciones existentes en la zona. Se realiza según el Método de Témez y el mapa de caudales máximos del CEDEX.

Tras la contrastación de los resultados con la complicada red de acequias, sin regulación, de la región se opta por estimar el caudal de avenida del río Jiloca en el tramo estudiado a través de la toma de datos de la estación de aforo de ríos, aguas arriba del tramo de río que pasa por Burbáguena más inmediata y a la toma de datos de la estación de aforo de ríos, aguas abajo del tramo de río que pasa por Burbáguena más inmediata.

A partir de los datos aportados por la E.A Daroca 9010 y la E.A Calamocha 9042 se estima un caudal de avenida de proyecto de 80 m³/sg.

Con el dato de caudal de avenida de proyecto, la geometría del cauce, gracias a la cartografía Lidar se fija el máximo nivel de avenida, con una altura de lámina de 1,11 metros llegando a la 806,55. Se fija un gálibo de 30 cm para el tablero.

Se fija también a partir de un modelo e socavación de fondo por parte de la erosión fluvial para el terreno aluvial del río una distancia de seguridad para evitar el descalce de las cimentaciones de los estribos por socavación de 2 metros, no precisándose de escolleras especiales.

Se fijan por último los elementos de drenaje longitudinal del tablero.

Todos los detalles de la información utilizada así como la metodología empleada se muestran en el Anejo de Hidrología e Hidráulica.

9.5 Dimensiones de Vehículos usuarios de la infraestructura

En el anejo v de “Dimensiones de Vehículos usuarios de la infraestructura” se realiza, ante la ausencia de dimensiones normalizadas para vehículos agrícolas especiales un estudio realizado para acotar las dimensiones máximas habituales de esta clase de vehículos. También se ha realizado un estudio de los vehículos utilizados en el transporte ganadero (Remolques ganaderos y cubas de purín), para evitar incompatibilidades de dimensiones.

Tipo de vehículo	Anchura máxima	Longitud máxima
Tractor agrícola-ganadero especial	2,80	5,30
Maquinaria agrícola auxiliar	3,00	12,00
Vehículos de transporte ganadero	2,55	12,00

Tabla comparación de vehículos usuarios de la infraestructura

Finamente se concluye afirmando que si bien los vehículos especiales usuarios exceden de las dimensiones máximas de los vehículos convencionales, estos son compatibles con la anchura de carril contemplada por la instrucción de carreteras Norma 3.2-IC Trazado, de las carreteras convencionales.

Así mismo se señala la conveniencia de la utilización de la Instrucción de acciones para puentes de carreteras en todo caso por su idoneidad del lado de la seguridad en el presente proyecto.

9.6 Geotécnia

Para el diseño y comprobación de las cimentaciones de los estribos y explanadas del puente objeto de estudio del presente proyecto, se dispuso del estudio geotécnico de la rasante para el proyecto de construcción de la variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4 realizo a tal fin.

Con esta documentación se realizó una correspondencia geológica y geotécnica en la zona de actuación, encontrándose a través del estudio geológico de campo y antecedentes y la Campaña de reconocimientos geotécnicos de campo las siguientes litologías:

Nivel R . arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra					
Sondeos	Inicio *	Fin *	Catas *	Inicio *	Fin *
S-11.2	0 m	2,4 **	C-11.2	0 m	2,4 **
S-11.3	0 m	0,9 **	C-11.3	0 m	0,9 **

Nivel R: Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra			
Ángulo de rozamiento interno	30°	E (Nstp)	56297 KN/m2
Cohesión estimada	nula	CBR (C.empírica in situ)	5,6
Peso específico aparente	17 KN/m	%MO	0,3 %
Coeficiente permeabilidad	$10^{-2} 10^{-7}$ m/s	%SS (NLT114)	0,00 %
E_{V1} (NLT 357/98)	47 Mpa	D max	50 mm<100
E_{V2} (NLT 357/98)	64 Mpa	2% UNE pasa	73,7 %
E_{V2}/E_{V1} (compactación)	1,36 < 2,2	0,08%UNE pasa	31,5 %
LL	21<40	Categoría suelo	No colapsable
Indice de Hinchamiento	0 N/mm2	Ac.Baumann-Gully	0mg/kg
CBR (100%)	6,7	γ_d Proctor	1,89 g/cm3
CBR (95%)	5,9	H(%) optima	13,6 %

Nivel de aluvión: Gravas cuarcíticas y Limos					
Sondeos	Inicio	Fin	Catas	Inicio	fin
S-11.2	0,9 m	10 m	C-11.2	No detectado	
S-11.3	2,4 m	10 m	C-11.3	No detectado	

Nivel de Gravas cuarcíticas y limos			
Clasificación USCS	GP-GM	Clasificación AASHTO	A-2
%25 UNE pasa	60,1	Hinchamiento Lambe	0-0
2% UNE pasa	31,5	Ac.Baumann-Gully	0mg/kg
0,08%UNE pasa	21,3	Humedad %	90%
Límite liquido (LL)	27,5-29	E(Nstp) KN/m2	29840
Índice de plasticidad	6,2-7,7	Contenido sulfatos	202 mg/kg
Cohesión	0 Kpa	Ángulo de rozamiento	32°
Coef.Balasto K_{30}	8 -12 Kp/cm3	Ensayo SPT	43-47
Coef.Permeabilidad	10^{-2} - 10^{-3} cm/s	Densidad aparente suelo	1,81-1,87 g/cm3
Índice poros (e_0)	0,22-0,24	Densidad saturada suelo	1,9g/cm3

Una vez definidas las características geotécnicas de los materiales de la traza de la infraestructura objeto de proyecto, se estudió el comportamiento en los estribos y de las explanadas de los accesos.

Finalmente se llevaron a cabo los cálculos, para la determinación del cumplimiento de los estados límites últimos y de servicio de las cimentaciones, acorde a la normativa de referencia Guía de cimentaciones de obras de carretera, 2009.

Los cálculos de las explanadas de las carreteras de acceso al puente se llevaron a cabo en el correspondiente anejo IX, junto al cálculo de firmes y pavimento del tablero.

Todos los detalles correspondientes al proyecto geotécnico se encuentran desarrollados en el Anejo VIII de Proyecto geotécnico.

9.7 Estructuras

9.7.1 Descripción del puente

El puente presenta un tablero de hormigón postesado constituido por una sección tipo losa aligerada de 0,9 metros constante en toda su longitud.

El tablero presenta un bombeo del 2% hacia ambos lados para permitir el drenaje.

En todas las secciones, el puente tiene un ancho total de 8 m con dos voladizos de 0,5 m en cada extremo y de espesor constante de 0,20 m.

La base de la losa es de 7 m de ancho. Las zonas laterales de paseo discurren por arcenes de 0,5 m, las barreras contra el impacto de vehículos contención de flotantes de avenidas discurre por los citados voladizos, no precisa de alumbrado por no existir previamente en el tramo interurbano en el que se encuentra localizado.

Las cargas del tablero se transmiten de los estribos a las cimentaciones.

En general, la limitación de la carga a transmitir de la estructura al terreno viene dada por los asentamientos que puedan producirse más que por la presión de hundimiento. Por este motivo, los estribos se cimentan sobre zapatas aisladas.

9.7.2 Método Constructivo

El método de construcción aplicado al tablero es mediante cimbra en toda la longitud, pero sin incumplir en el terreno inferior del cauce del río. Por ello, la cimbra apoya en los estribos.

La cimbra tiene que poseer suficiente rigidez para soportar el hormigón fresco cuando es vertido.

9.7.3. Cálculo de la estructura

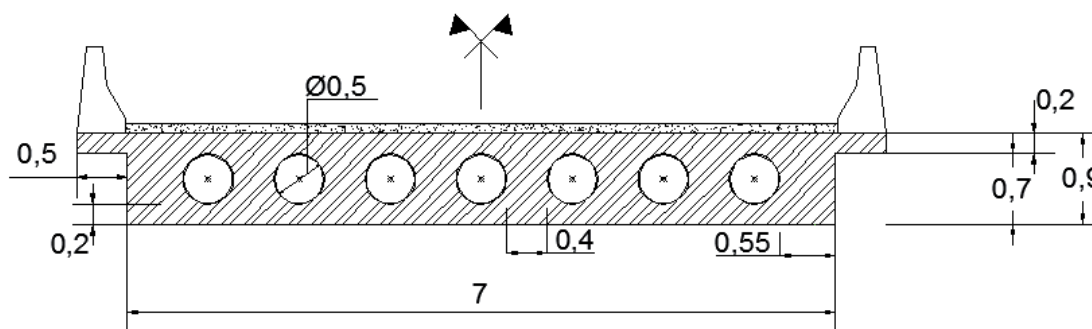
Para el cálculo de la estructura se ha utilizado la normativa vigente que establece las cargas a considerar, coeficientes de seguridad e hipótesis a adoptar. De este modo destaca:

- Normativa de hormigón estructural EHE-08.
- Instrucciones de las acciones a considerar sobre puentes de carretera IAP.
- Guía de cimentaciones en obras de carretera.

La metodología empleada para el cálculo de la estructura ha sido:

- El predimensionamiento de la misma.
- Elaboración de un modelo numérico de emparrillado 2D de barras y nudos mediante el programa STR Estructuras, para la obtención de esfuerzos en el tablero trabajando en los ELS y en los ELU transitorios o permanentes.
- Elaboración de un modelo simplificado unidimensional para comprobar el comportamiento accidental del tablero frente a impacto de vehículo y contención parcial de avenida de proyecto del rio Jiloca.
- Cálculo acoplado de la acción de placa y de membrana introducida por el pretensado posteso isostático sobre el tablero.
- Elaboración de los diagramas de interacción M-N, mediante hojas de cálculo para elementos de murete guía de estribo y estribo.
- Elaboración de hojas Excel elaboradas por el autor para el cálculo de pretensado, cálculo de estribos y zapatas.
- Empleo de modelizaciones de regiones D , automatizadas en hojas Excel elaboradas por el autor para el cálculo de diafragmas macizados de los estribos, muros de estribos y zapatas de estribos.
- Comprobación del comportamiento de los estribos estructural y geotécnicamente para las situaciones de proyecto accidentales.
- Tablero: Comprobación ELS y dimensionamiento para ELU en dos secciones del puente.
- Estribos: Comprobación ELS y dimensionamiento para ELU.

Todos los detalles correspondientes al cálculo estructural se encuentran desarrollados en el Anejo VII de cálculo estructural.



Sección tablero losa aligerada pretensado de proyecto

9.8 Carreteras de acceso al puente

En el presente proyecto se realizan los siguientes procesos de diseño y cálculo:

- Cálculos realizados para la descripción geométrica y geotécnica (explanadas) de los caminos de acceso.
- Descripción de las secciones de firme.
- Descripción de los sistemas de drenaje superficial de los caminos de acceso.

Se estudió la intensidad media diaria de tráfico, resultando una intensidad media diaria de vehículos pesados por carril de 57.

Con el dato de la IMDp se procedió al diseño de las explanadas de las carreteras de acceso, con el suelo adecuado excavado de la traza de los caminos.

Resultando explanadas que responden a un patrón:

*Suelo Adecuado:

- Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra.
- Potencia de 2 metros.
- En explanación excavada en el camino de acceso Este.
- En explanación en terraplén en el camino de acceso Oeste.

Se describió un proceso de ejecución de las obras de las explanaciones tanto para la obra de excavación y explanada en desmonte somero de la carretera de acceso Este ,como de la excavación y explanación en desmonte somero de la carretera de acceso Oeste.

Se estudió la interacción nivel freático- capas explanación, para el correcto funcionamiento de esta.

Así mismo se describe la fórmula de trabajo de las capas de suelo cemento y mezcla bituminosa en caliente.

Los caminos serán dotados de un drenaje transversal formado por un bombeo del 2%.

Por último se realizo un estudio hidrológico e hidráulico para el dimensionamiento a capacidad del sistema de drenaje longitudinal de los caminos, cunetas.

Todos los detalles correspondientes a la descripción y cálculo de los caminos de acceso, explanada firmes, Drenaje, así como el pavimento del tablero se encuentran desarrollados en el Anejo IX de la presente memoria.

9.9 Acabados

9.9.1 Señalización y Pavimentación

En el puente del presente proyecto existirá, como señalización horizontal, una línea continua en la directriz del puente, que prohíba el adelantamiento de vehículos.

El firme del puente corresponde a una mezcla bituminosa en caliente PA-12 de 5 cm de espesor. Mezcla drenante para la evacuación de agua de lluvia con un previo riego de adherencia ECR-1.

En el Anejo XII de Señalización y en el Anejo IX de pavimento del tablero se pueden observar los detalles.

9.9.2. Alumbrado

No se prevé la realización de un sistema de alumbrado por no existir en el entorno del tramo interurbano, así mismo, se prevé como una futura necesidad del programa de necesidades, si la autoridad municipal así lo considerará adecuado en la zona.

10. Estudio de impacto ambiental

Se ha llevado a cabo el análisis ambiental del proyecto de construcción de un puente sobre el río Jiloca en Burbáguena.

Se han definido las medidas preventivas y correctoras al objeto de evitar las alteraciones en el medio receptor e integrar la infraestructura en su entorno.

Asimismo, se define el programa de vigilancia ambiental (PVA), que deberá implementarse al objeto de garantizar la puesta en práctica y la eficacia de las medidas preventivas y correctoras finalmente definidas.

Las medidas preventivas y correctoras, así como el programa de vigilancia ambiental, se muestran en el Anejo de Estudio de Impacto Ambiental.

11. Plan de obra

En el Anejo Plan de Obra puede consultarse la organización prevista para la ejecución de las obras.

En resumen, el plan de obra se ha establecido buscando reducir la duplicidad de equipos en los tajos por carácter pequeño del proyecto y la decisión de los rendimientos de los equipos en función de la accesibilidad a la obra y la tarea a ejecutar.

El plazo previsto para la ejecución del puente es de 5,5 meses.

12. Plan de calidad

El plan de calidad de necesaria elaboración en un proyecto constructivo de una infraestructura de transporte, como el del presente proyecto, no se ha llevado a cabo por el carácter académico del presente documento, sin embargo se describe a efectos de aclaración, que este contiene todos aquellos aspectos de carácter general que debe cumplir el sistema de calidad a integrar en la ejecución de las obras. En este sentido, los principales criterios a tener en cuenta son:

- Redacción del Plan de Calidad por parte de la empresa constructora adjudicataria de las obras.
- Sistema de calidad a implantar en la obra basado en un programa de puntos de inspección (PPI) y puntos de parada sobre los que realizar balance y revisión.
- Sistema de calidad a implantar dando los criterios básicos de comunicación de la información entre los agentes que intervengan en la obra.
- Principales ensayos a ejecutar en la obra.

Dicho plan de calidad quedaría recogido en un anejo de plan de calidad, que se vería completado con un presupuesto del Control de Calidad.

13. Clasificación del contratista

De acuerdo con la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y Reglamento General de la Ley de contratos de las Administraciones Públicas, se considera y propone que la clasificación exigible al contratista para ejecutar el puente y sus accesos, diseñado en el presente proyecto sea:

GRUPO B; SUBGRUPO 3; CATEGORÍA C

La revisión de precios no será objeto de este proyecto debido a no ser necesaria, a consecuencia de la duración de la obra de 5,5 meses.

Para ver los detalles acudir al anejo XIII clasificación del contratista y revisión de precios.

14. Seguridad y salud

En cumplimiento del Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre se realiza el estudio de seguridad y salud de la obra. El Presupuesto de Ejecución Material del mismo sube a la cantidad de 2254,50 €.

En el Documento N°5 Seguridad y Salud laboral se puede ver los detalles del estudio.

15. Presupuesto

De las mediciones realizadas y por aplicación de los precios unitarios que figuran en el cuadro de precios nº1, se obtienen los presupuestos de los diferentes capítulos que integran la obra.

Por la suma de capítulos que componen la obra se tiene un Presupuesto de Ejecución Material que asciende a la cantidad de 172764,52 €.

Incrementando el Presupuesto de Ejecución Material en un 13% en concepto de Gastos Generales y en un 6% en concepto de Beneficio Industrial del contratista, a cuya suma se le ha de añadir el 21% del Impuesto sobre el Valor Añadido, se obtiene un Presupuesto Base de Licitación de 248763,62 €.

16. Documentos que integran el proyecto

El presente proyecto está integrado por los siguientes documentos:

- Documento n° 1: Memoria y Anejos.
- Documento n° 2: Planos
- Documento n°3 : Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
- Documento n° 4: Presupuesto

El índice general del proyecto contiene la siguiente documentación:

DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS

- MEMORIA
- ANEJO I Planeamiento Urbanístico
- ANEJO II Cartografía y Topografía
- ANEJO III Geología e Hidrogeología
- ANEJO IV Hidrología e hidráulica
- ANEJO V Dimensiones de los vehículos usuarios de la infraestructura
- ANEJO VI Predimensionamiento y valoración de alternativas
- ANEJO VII Cálculo estructural
- ANEJO VII Proyecto geotécnico
- ANEJO IX Descripción y cálculo de los caminos de acceso, explanada, firmes drenaje y firme tablero
- ANEJO X Estudio de impacto ambiental
- ANEJO XI Plan de obra
- ANEJO XII Señalización
- ANEJO XIII Clasificación del contratista

DOCUMENTO N° 2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

- Prescripciones y disposiciones generales
- Unidades de obra

DOCUMENTO N° 3 PLANOS

DOCUMENTO N° 4

- MEDICIONES
- CUADRO DE PRECIOS N° 1
- CUADRO DE PRECIOS N° 2
- PRESUPUESTO
- ULTIMA HOJA

DOCUMENTO N°5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Plantas de hormigón y Talleres de ferralla

Se pasan a describir en este apartado las localizaciones de las plantas de hormigón para las alternativas de puente de hormigón y los talleres de ferralla .



Localización Plantas de hormigón en las cercanías a la obra.

Distancias plantas de hormigón a la obra por carretera:

- Plantas Calatayud-Zona obra: 50,9 km.
- Planta Cariñena-Zona obra: 44,7 km.
- Planta Monreal del Campo-Zona obra: 32,2 km.



Localización Talleres de estructuras metálicas y ferralla en las cercanías de la obra.

Distancia Talleres metálicos y ferralla a la obra por carretera:

- Taller Construcciones Metálicas Daroca-Zona Obra: 14,3 km.
- Taller Metaltec-Zona Obra: 65,7 km.
- Taller Construcciones Metálicas Lázaro-Zona Obra :22,6 km

17. Conclusión

Con todo lo expuesto en la presente memoria y en los demás documentos, se considera que queda suficientemente definido el “PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN PUENTE SOBRE EL RIO JILOCA EN BURBÁGUENA”.

Madrid, Julio del 2015

El autor del proyecto

Manuel Domínguez Herrerías

Anejo I: Planeamiento urbanístico

Anejo I : Planeamiento Urbanístico

El municipio de Burbáguena carece de instrumento de planeamiento u ordenación alguna por lo que ejerce sus competencias urbanísticas a través de lo que dispone el Texto Refundido de la Ley de Urbanismo del Gobierno de Aragón aprobado por Decreto-Ley 1/2014 el 8 julio de 2014 y subsidiariamente de acuerdo a lo establecido en las Normas Subsidiarias y Complementarias de ámbito provincial de Teruel publicadas por resolución del departamento de ordenación territorial, Obras Públicas y Transportes a fecha 14 de junio de 1991 en el Boletín Oficial de Aragón, para el Planeamiento Municipal de la Provincia de Teruel.

Ver plano nº 1 de Instrumento de planeamiento y Urbanístico, SiuA, a fecha de última actualización en Enero de 2015.

De acuerdo al sistema de información Urbanística del Gobierno de Aragón la clasificación del suelo de la totalidad del término municipal de Burbáguena responde a dos formas:

-SU-C: Suelo urbano y consolidado, que afecta a la planta definida por el conjunto parcelario que circunscribe el polígono del casco urbano municipal.

-SNU-G: Suelo no urbanizable genérico que afecta al resto de superficie del término municipal.

Ver plano nº2 de clasificación urbanística del suelo, con fuente sistema de información urbanística de Aragón.

Conforme al decreto-ley del texto refundido de la ley de Urbanismo 1/2014 ,de 8 de julio ,de aplicación en el municipio de Burbáguena, al verse afectadas las parcelas susceptibles de la ejecución de la infraestructura de transporte por un régimen de suelo no urbanizable genérico, pasa a describirse lo dispuesto en tal ley para la situación descrita:

Artículo 34 Autorización de usos en suelo no urbanizable genérico

1. En suelo no urbanizable genérico, los municipios podrán autorizar, mediante el título habilitante de naturaleza urbanística correspondiente, de conformidad con el régimen establecido, en su caso, en las directrices de ordenación territorial, en el plan general o en el planeamiento especial, y siempre que no se lesionen los valores determinantes de la clasificación del suelo como no urbanizable, las siguientes construcciones e instalaciones:

a) Las destinadas a las explotaciones agrarias y/o ganaderas y, en general, a la explotación de los recursos naturales o relacionadas con la protección del medio ambiente, incluida la vivienda de personas que deban permanecer permanentemente en la correspondiente explotación.

b) Las vinculadas a la ejecución, mantenimiento y servicio de las obras públicas, incluida la vivienda de personas que deban permanecer permanentemente en el lugar de la correspondiente construcción o instalación y aquellas destinadas a servicios complementarios de la carreteras.

2. Podrán autorizarse edificios aislados destinados a vivienda unifamiliar en municipios cuyo plan general no prohíba este tipo de construcciones y siempre en lugares donde no exista la posibilidad de formación de núcleo de población conforme al concepto de éste establecido en el artículo 242.2.

A estos efectos, y salvo que el plan general o directrices de ordenación territorial establezcan condiciones más severas, se considera que existe la posibilidad de formación de núcleo de población cuando, dentro del área definida por un círculo de 150 metros de radio con origen en el centro de la edificación proyectada, existan dos o más edificaciones residenciales. En caso de cumplimiento de las condiciones anteriormente señaladas, y salvo que el planeamiento establezca condiciones urbanísticas más severas, se exigirá que exista una sola edificación por parcela, que el edificio no rebase los trescientos metros cuadrados de superficie construida, así como que la parcela o parcelas tengan, al menos, diez mil metros cuadrados de superficie y que queden adscritas a la edificación, manteniéndose el uso agrario o vinculado al medio natural de las mismas.

Aplicación al estudio urbanístico para la construcción del nuevo puente de Burbáguena:

El municipio de Burbáguena, de acuerdo a la ausencia de un planeamiento general de ordenación urbana, de un proyecto de delimitación del suelo urbano del término municipal, de unas normas subsidiarias municipales ó de ningún planeamiento especial deberá cumplir en la actuación urbanística de construcción del nuevo puente, en exclusiva, con los términos dispuestos en las directrices de ordenación territorial de las Normas Subsidiarias y Complementarias de planeamiento municipal de la provincia de Teruel.

Capítulo III Suelo No Urbanizable

2.3.1.3 Limitaciones a la propiedad

1.-En este tipo de suelo no podrán realizarse otras construcciones que las destinadas a explotaciones que guarden relación con la naturaleza y destino de la finca y se ajusten en su caso, a los planes o normas del Ministerio de Agricultura, así como las construcciones e instalaciones vinculadas a la ejecución, entretenimiento y servicio de las obras públicas.

2.3.1.4 Parcelaciones Rústicas

1.-En el suelo no urbanizable no se podrán realizar parcelaciones urbanísticas, entendiéndose por parcelación urbanística la división simultánea o sucesiva de terrenos en dos o más lotes cuando pueda dar lugar a la constitución de un núcleo de población.

2.- La división o segregación de una finca rústica requerirá licencia municipal y solo será válida cuando no se de lugar a parcelas de extensión inferior a la unidad mínima de cultivo, que de acuerdo en lo establecido en la orden del ministerio de agricultura del 27 de Mayo de 1958 (B.O.E de 18 de Junio) en el municipio de Burbaguena, en la provincia de Teruel serán en Secano, 1,75 hectáreas y en Regadío 0,25 hectáreas.

4.-A la solicitud de licencia deberá acompañar un plano de emplazamiento, la determinación de la extensión superficial de la finca y su carácter de secano o regadío, certificación catastral de titularidad y plano catastral autorizado.

A estos efectos se adjuntan los planos catastrales donde se deja constancia de la no necesidad de segregación de las parcelas afectadas por las actuaciones destinadas a la ejecución del conjunto de la infraestructura y por tanto la no necesidad de producción de licencias municipales auxiliares de segregación de las fincas.

2.3.1.6 Condiciones generales de los Usos

1.-En desarrollo de la legislación urbanística vigente las Normas Provinciales establecen el régimen general de usos del suelo no urbanizable. Dicho régimen es aplicable con carácter general al suelo no urbanizable genérico.

3.-A efectos del establecimiento de limitaciones a los usos, los usos permitidos en suelo no urbanizable se clasifican en:

B) Usos vinculados a la ejecución, entretenimiento y servicio de las Obras públicas.

2.3.2.2 Usos vinculados a la ejecución, entretenimiento y servicio de las obras públicas

1.-Son usos vinculados a la ejecución, entretenimiento y servicio de las obras públicas, siempre que así se acredite por el organismo gestor de los mismos, los siguientes:

c)Las obras públicas que se ejecuten en el medio rural ,tales como las de encauzamiento y protección de márgenes en cauces públicos, la construcción de acequias y la construcción de caminos generales, las de electrificación rural, abastecimiento de agua y saneamiento de núcleos rurales y explotaciones agrarias.

2.-A los efectos de esta Norma se considerarán carreteras las vías a que se refiere el Reglamento de Carreteras, con exclusión en todo caso de los caminos rurales.

3.-El reconocimiento urbanístico de que una instalación está al servicio de una carretera no prejuzgara el derecho a acceder de modo directo a la misma, que deberá ser expresamente autorizado por el organismo gestor de dicha carretera.

-A estos efectos se emplaza al recibido por parte del promotor de la infraestructura planteada en este proyecto, a saber el Excmo. Ayuntamiento de Burbáguena, de la autorización validatoria pendiente para comenzar la ejecución de la infraestructura, del acceso planteado en este proyecto a la N-234 de titularidad del organismo gestor de la Demarcación de Carreteras del Estado - Unidad de Teruel.

2.3.2.5 Protección del Arbolado y del paisaje.

a) Las Normas protegen el arbolado de árboles integrados en masa arbórea y de árboles aislados, de diámetro superior a veinte centímetros, sin perjuicio de lo que resulte de su inclusión en ámbitos de suelo protegido (Régimen de suelo no urbanizable especial).

Se prohíbe la corta de árboles característicos de un determinado término o paraje y los que tengan una marcada significación histórica o cultural.

-Se ha elegido como solución de trazado que conecta el puente con las dos márgenes de río, un camino rural en cada margen del río, que aprovechan, por una lado en el margen del núcleo urbano una explanada construida con anterioridad en el municipio como merendero y en la que parte se reacondicionara como camino para el tráfico del puente, y por otro lado en el margen opuesto se acondicionara un enlace directo a un camino rural de la dirección general del COMENA de Aragón. De tal manera que no será necesario desbroce que supere en ningún caso los límites fijados por la normativa. Ver Documentación gráfica provista: Foto nº1, Foto nº2, Foto nº3.

b) Para proteger el paisaje, se somete a licencia la realización de publicidad mediante reclamos visuales, rótulos o carteleros, y se prohíbe la misma en los suelos protegidos en razón de sus valores naturales o paisajísticos. No se considera publicidad los carteles y rótulos toponímicos e informativos, pero en sus materiales y situación se atenderán a las características del medio en que se sitúen, sin perjuicio de lo establecido por la legislación vigente de carreteras. Queda prohibida la instalación de carteles publicitarios visibles desde la zona de dominio público de la carretera, en tramos interurbanos. En general, todas las construcciones e instalaciones que se desarrollen en suelo no urbanizable deberán integrarse en el paisaje, tanto desde el punto de vista de los materiales y composición como de la situación y perspectiva.

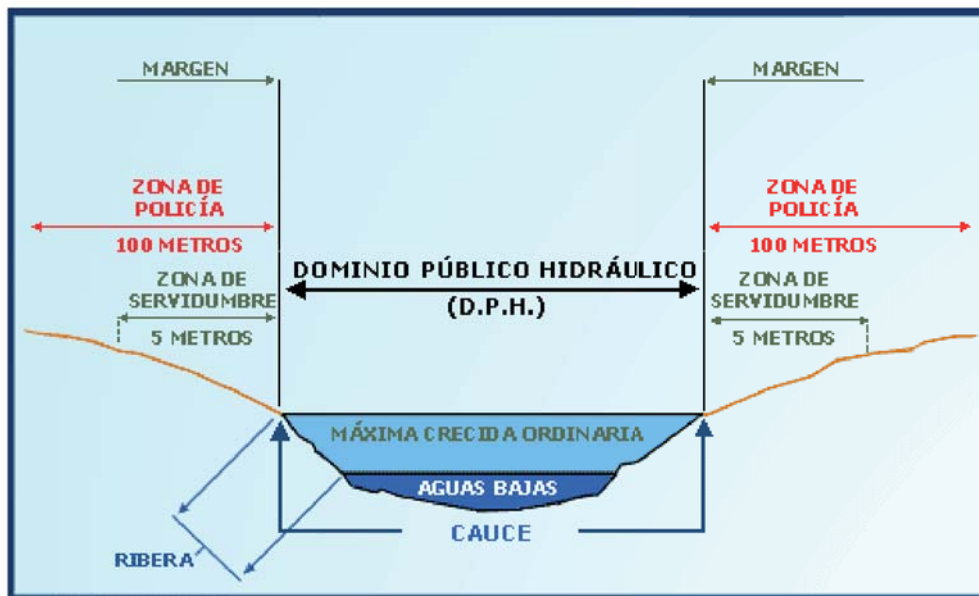
-A estos efectos se instalará la pertinente señalización de acceso al camino rural del puente y de reducción de velocidad en el margen del puente del lado del pueblo y la pertinente señalización de próximo acceso a una carretera nacional en el margen del puente del lado contrario. Ver Anejo Señalización.

2.3.2.6 Protección de cauces públicos

En la zona de policía de aguas corresponde al Organismo de Cuenca autorizar, con carácter previo a la concesión de la licencia municipal; las construcciones, extracciones de áridos y establecimiento de plantaciones u obstáculos.

La zona de policía de cauce está legalmente definida en el artículo 6 de la Ley de Aguas como una faja de 100 metros de ancho en ambas márgenes de un cauce público, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen, por parte del Organismo de cuenca correspondiente.

El peticionario de una licencia para un uso que este comprendido en dicha zona de policía, deberá aportar la autorización del referido Organismo, sin cuyo requisito no se dará trámite a su solicitud de licencia municipal.



En virtud de la necesidad de construcción de la infraestructura del puente y de los caminos rurales que le den acceso a los viales colindantes en la zona de policía del cauce del río Jiloca, se atiende a la solicitud de autorización, por parte del Órgano Gestor de la cuenca del Jiloca, siendo esta la Confederación Hidrográfica del Ebro, para la construcción del puente sobre el río Jiloca y los caminos asociados, objeto de este proyecto, involucrando dicho propósito: el pertinente movimiento de tierras para cimentar los estribos del puente, el levantamiento del propio puente con todas actividades de ejecución asociadas, así como el acondicionamiento de los caminos rurales de enlace adyacentes.

A la autorización, por parte de la confederación Hidrográfica del Ebro, del presente proyecto constructivo se subordina la ejecución del presente proyecto y se deja la labor de solicitud de la autorización del presente proyecto al promotor Excmo. Ayuntamiento de Burbáguena si así lo creyera conveniente.

Parcelas afectadas por la infraestructura de transporte

Se describen a continuación las parcelas afectadas:

-Parcela 10, Polígono 512 , CARRA DAROCA. BURBAGUENA (TERUEL).

Referencia catastral: 44047B512000100000OF

Clase: Rústico (Régimen de suelo no urbanizable genérico).

Uso: Agrario.

Clase de cultivo: RI- Arboles de Ribera.

Subparcelas: 0

Superficie: 3940m²

-Parcela 76, Polígono 511, EL INGENIO. BURBAGUENA (TERUEL)

Referencia catastral: 44047B511000760000OJ

Clase: Rústico (Régimen de suelo no urbanizable genérico).

Uso: Agrario.

Clase de cultivo: I- Improductivo.

Subparcelas: a,b

Uso parcela a: Agrario.

Clase de cultivo: I-Improductivo

Superficie: 0,0902 ha

Uso parcela b: Agrario.

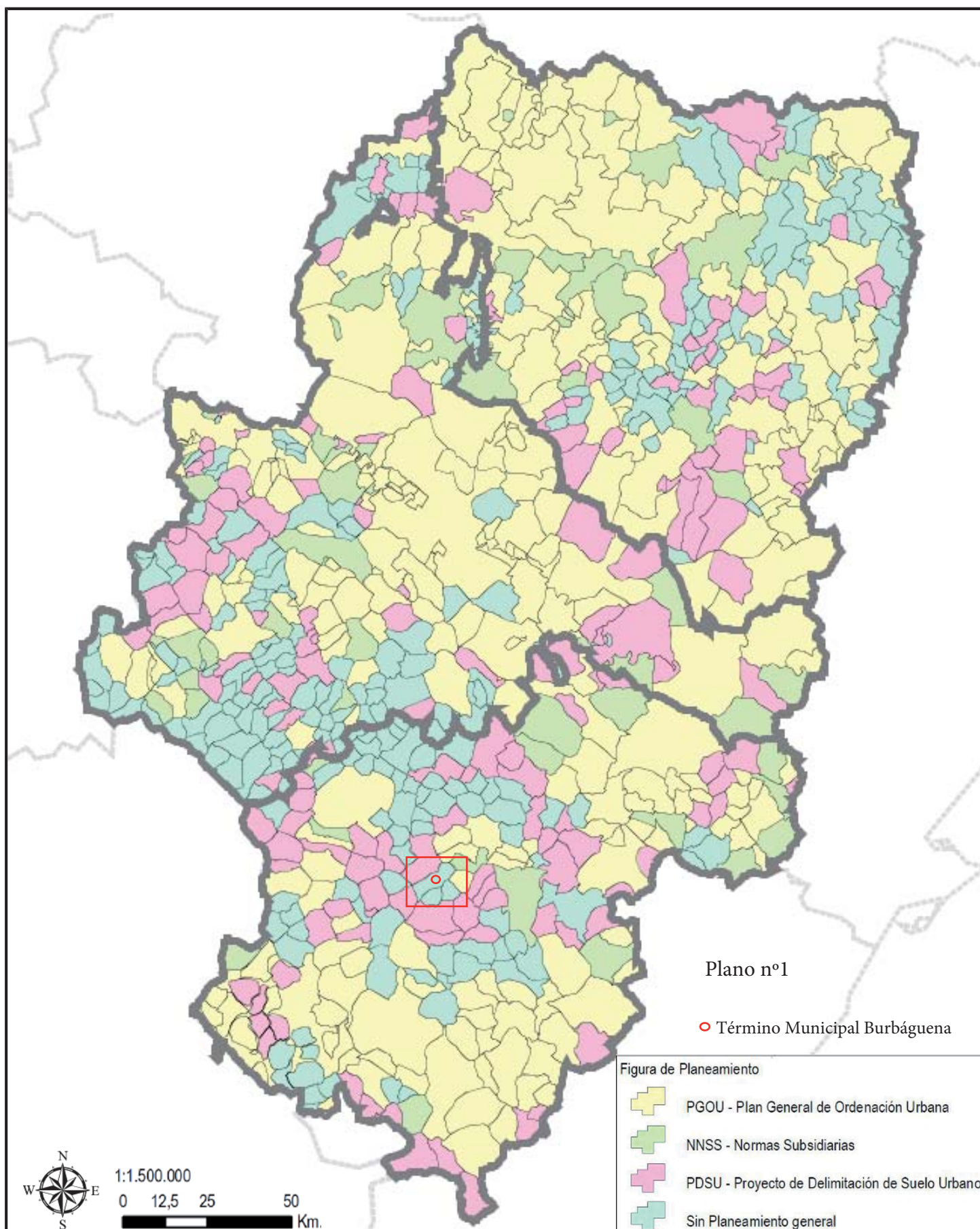
Clase de cultivo: I-Improductivo

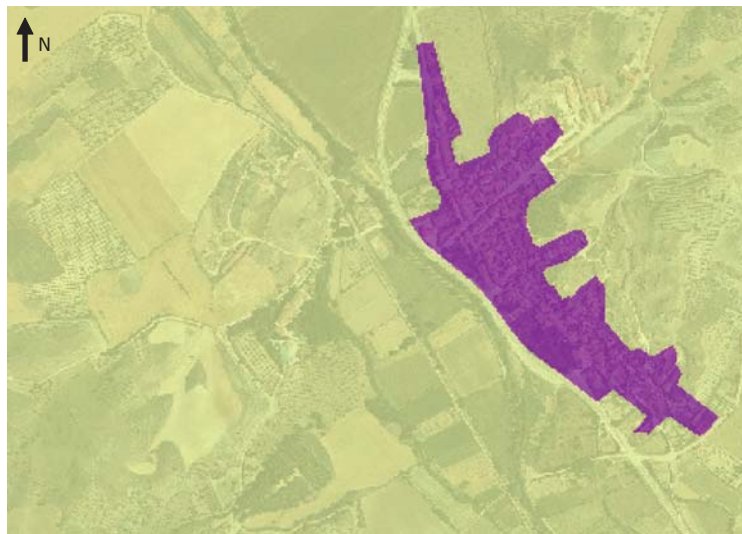
Superficie: 0,0056 ha

Superficie Total parcela: 958 m²

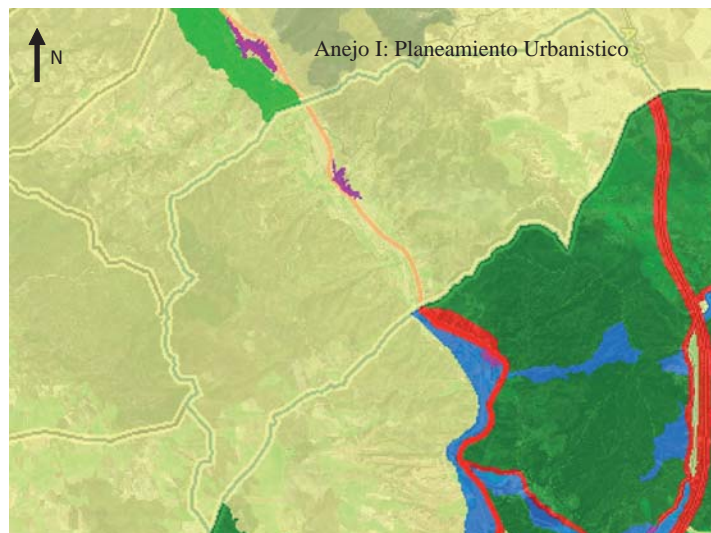
Ver plano catastral nº1, plano catastral nº2.

Según el juicio de este proyecto, valiendo la idoneidad del trazado pasante por las parcelas afectadas y a través del cauce, se emplaza al órgano promotor para realizar las gestiones apropiadas para la compra-venta o en su caso expropiación de las fincas expuestas.





Escala: 1:10.000



Escala: 1: 100.000



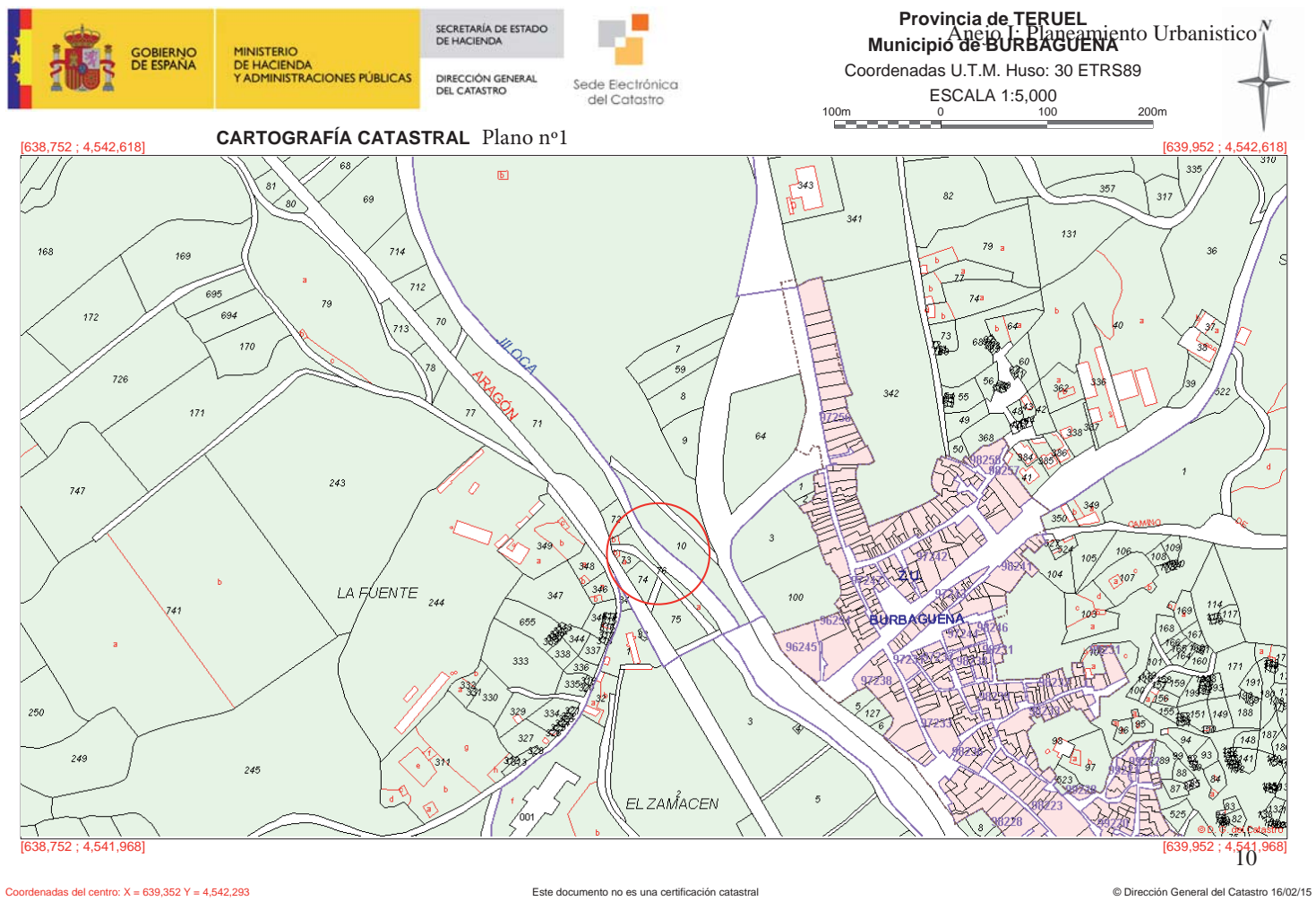
Clasificación de Suelo

- SU-C: Suelo Urbano Consolidado
- SU-NC: Suelo Urbano No Consolidado
- SUZ-D: Suelo Urbanizable Delimitado
- SUZ-ND: Suelo Urbanizable No Delimitado
- SNU-G: Suelo No Urbanizable Genérico
- SNU-E: Suelo No Urbanizable Especial
- SNU-E: Suelo No Urbanizable Especial (Espacio Natural)
- SNU-E: Suelo No Urbanizable Especial (Espacio Agropecuario)
- SNU-E: Suelo No Urbanizable Especial (Curso de Agua)
- SNU-E: Suelo No Urbanizable Especial (Infraestructura)

Plano nº2

Mapa Clasificación Urbanística del suelo

Escala: 1:5.000





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO



Sede Electrónica del Catastro

Provincia de TERUEL
Ayuntamiento de BURBAGUENA

Coordenadas U.T.M. Huso: 30 ETRS89

ESCALA 1:3,000

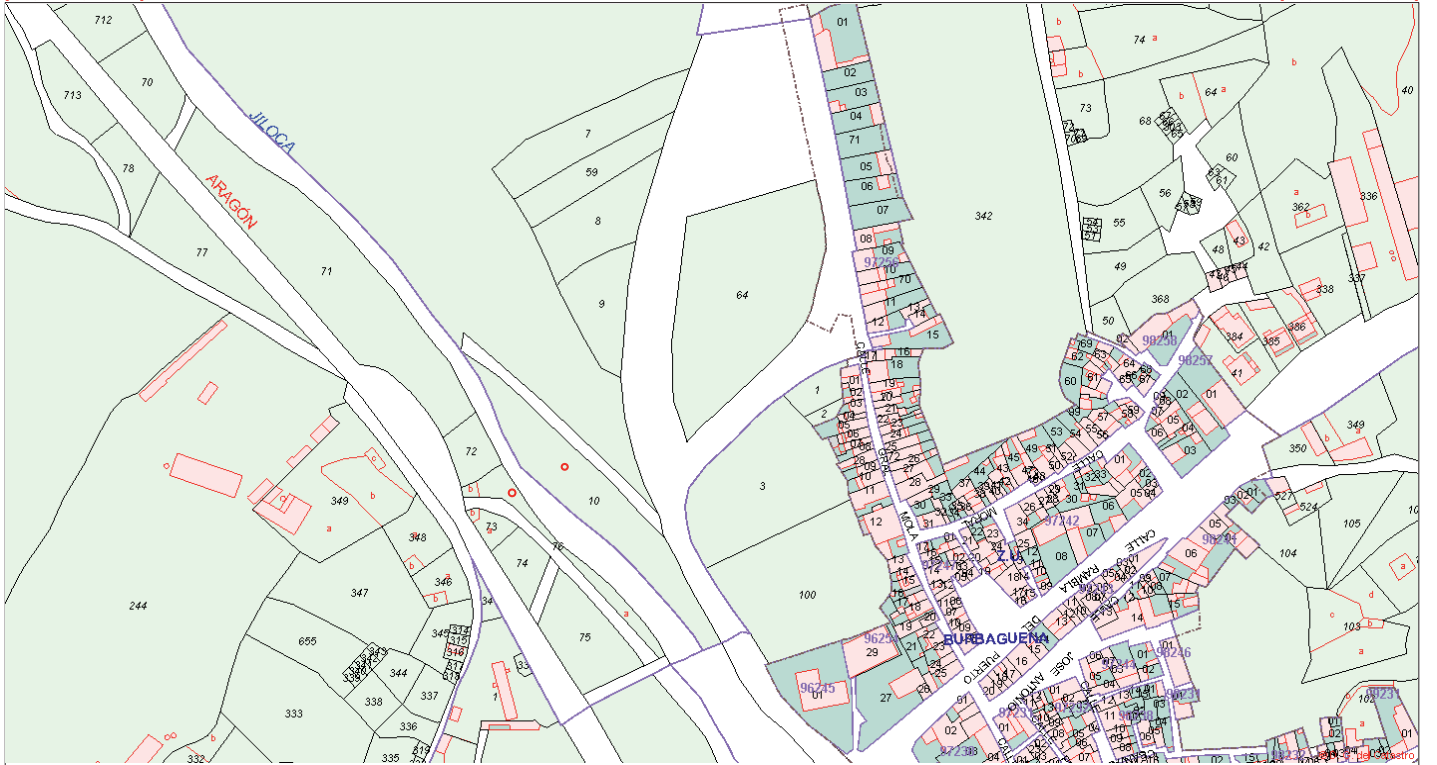
50m 0 50 100m



CARTOGRAFÍA CATASTRAL Plano nº2

[639,078 ; 4,542,501]

[639,798 ; 4,542,501]



[639,078 ; 4,542,111]

[639,798 ; 4,542,111]

Coordenadas del centro: X = 639,438 Y = 4,542,306

Este documento no es una certificación catastral

© Dirección General del Catastro 16/02/15



Foto nº1



Foto nº2



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Anejo I: Planeamiento Urbanístico SISTEMA DE IDENTIFICACION DE PARCELAS AGRICOLAS

ORTOFOTO Y PARCELARIO SUPERPUESTO

Foto nº3

DATUM

WGS84

HUSO

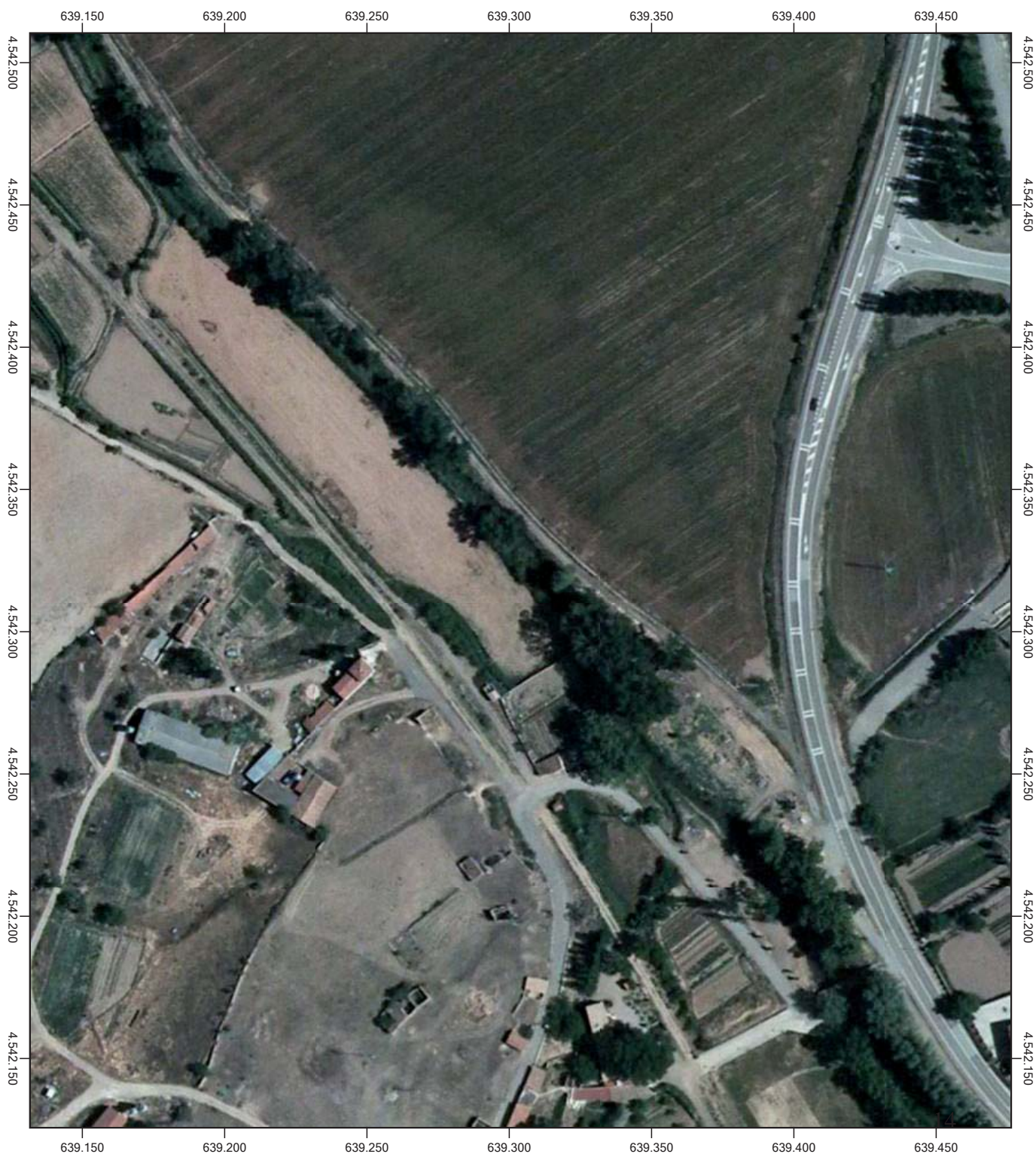
30

ESCALA

1 : 2000

FECHA DE
IMPRESION

22/02/2015



Anejo II: Topografía y Cartografía

Anejo II Cartografía y Topografía

Objeto

En el presente anejo se pasan a describir los procedimientos de obtención de la cartografía base de la zona de estudio y se detalla la metodología utilizada en la realización de los trabajos topográficos requeridos para la definición del terreno sobre el que se ubicara la obra del Nuevo Puente de Burbáguena sobre el río Jiloca.

Descripción Topográfica

La implantación de la estructura se materializará en el conjunto total de dos parcelas rústicas, travesadas de por medio por el río Jiloca próximas a la N-234 a su paso por el PK.206,14. Desde la parcela próxima a la carretera nacional se acondicionara un camino para dar enlace a la nueva estructura, mientras que en la parcela opuesta se materializará un camino corto que permita la incorporación y giro cómodo de los vehículos con remolques al camino rural colector de la red de caminos rurales de las fincas adyacentes.



Escala: 1: 1.500 Ortofoto PNOA hoja 465

Ante la magnitud de las zonas de terreno afectadas la escala 1:50.000 del MTN50 resulta del todo insuficiente para la caracterización del terreno.

Requerimientos de Escala

La escala a la que debe representarse la cartografía es función directa de la precisión que se necesite para plasmar el grado de detalle de la obra concreta. El ojo humano no distingue más allá de distancias inferiores a los 0,2 mm, por esto, escalas 1/5.000 darán errores por imprecisión de 1 metro. Se establecen así para los diferentes propósitos las siguientes escalas asociadas a una incertidumbre de error por imprecisión dentro de lo económicamente aceptable.

Representación	Escala (m)	Incertidumbre de error
Cartografía Red Básica Topográfica	1:25.000	5 m
Cartografía Zona bases de Replanteo	1:2500	50 cm

Red Básica Topográfica: Vértices geodésicos próximos

Inicialmente se han localizado los vértices geodésicos pertenecientes a la Red Geodésica Nacional, red REGENTE, a la Red de Orden Inferior (R.O.I) así como a la REDNAP (Red Geodésica de nivelación de Alta Precisión).

-Vértices Geodésicos Red REGENTE:

NOMBRE	X	Y	HOJA	NUMERO
El plano	634213,995	4555996,608	465	46538
Valdellosa	638257,752	4528227,428	491	49143

-Vértices Geodésicos ROI:

NOMBRE	X	Y	H(Alt.Ortométrica)	NUMERO
BUITRES	639392,895	4545170,238	1060,887	46552
SAN AMBROSIO	635065,779	4540492,003	1082,121	46530
CUMBRES	644447,916	4540454,848	1105,231	46570

-Vértices Geodésicos REDNAP:

NOMBRE	X	Y	H(Alt.Ortométrica)	NUMERO
SSK205.0	640091,51	4541447,21	814,891	214065
SSK206.0	639486,35	4542108,51	809,045	214064
SSK207.0	639278,39	4543060,72	805,230	214063

A través del servicio web de transformación de coordenadas del IGN se han llevado las coordenadas geográficas presentadas en las reseñas de los vértices geodésicos de la REDNAP a coordenadas UTM en el sistema geodésico de referencia ETRS89 en el huso 30 Norte.

Se han recopilado las reseñas de los vértices geodésicos incluidos en el estudio para el establecimiento de la red básica, así como las reseñas de los vértices geodésicos utilizados en el establecimiento definitivo de la red básica de este proyecto. Ver Subanejo II.1 Reseñas.

Altitudes referidas y altitudes utilizadas en los métodos topográficos

Las reseñas de los vértices utilizados, de la Red de Orden inferior y de la Red de Nivelación de Alta precisión, se ajustan a las siguientes características en cuanto a altimetría:

- Según el Real Decreto 1071/2007 para el cambio de sistema geodésico de referencia en España, los sistemas geodésicos ETRS89 y REGCAN95, son los nuevos marcos de referencia en los que se debe compilar toda la información geodésica, topográfica y cartográfica.
- Se establece, en el Artículo 4 del Real Decreto 1071/2007, que el Sistema de Referencia Altimétrico Español tomará como referencia el nivel medio del mar Mediterráneo en Alicante (Consistente con los registros del nivel medio del mar en Alicante y materializado por la señal NP1 en Alicante con una altitud asignada de 3,4095 m) para la península Ibérica.
- Se establece, en el artículo 4, que el sistema altimétrico queda materializado, en todos los casos, por la nueva Red Española de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP) con altitudes ortométricas Helmert (H) tomando como datum vertical (superficie de altura nula) el nivel medio del mar original en el puerto de Alicante fijado a

través de la observación de cuatro lecturas diarias de mareas entre el 1 de julio de 1870 y el 30 de julio de 1872.

- Las altitudes ortométricas referidas en las reseñas de señales de nivelación de la REDNAP utilizadas en este proyecto están referidas a la altitud de los clavos con cabeza semiesférica embebidos en una placa de hormigón que hacen la función de hitos.
- Los hitos de la REDNAP están colocados en el entorno de las principales vías de comunicación españolas a aproximadamente 1 Km entre ellos, en el caso de este proyecto se encuentran en las márgenes de la N-234, con situación inmediata a la obra objeto de este proyecto.
- Los vértices de la REDNAP poseen una precisión altimétrica muy alta del orden de 0,7 mm de error kilométrico, siendo este el error total vertical para una línea de nivelación de un kilómetro, es decir, para una nivelada de un kilómetro, entendiendo por nivelada la distancia medida sobre el horizonte del nivel entre el propio nivel y la mira de lectura, coincidiendo con la mitad de distancia entre miras. Esto es más que suficiente para la red básica de la obra y para el replanteo de la estructura y de los caminos adyacentes.
- Por otra parte los vértices geodésicos de la Red de Orden Inferior se encuentran en todas las hojas del MTN50 y MTN25 en una densidad definida por triángulos de entre 5 y 7 km de lado, situados siempre en los sitios más altos de la zona.
- Las coordenadas planimétricas y altimétricas de la ROI están ajustadas en el sistema geodésico de referencia ETRS89 sobre las coordenadas de REGENTE utilizando observables GPS en algunos casos (Cataluña, Navarra, Baleares y otros vértices por toda España) y observables clásicos angulares (en la mayoría de la red). Sin embargo a finales de 2009 se concluyó el más reciente ajuste de la altitud ortométrica de la ROI con el objeto de armonizarla con el marco de referencia vertical para España (REDNAP). Así la exactitud aportada por la ROI en la medición de la altitud ortométrica se fija en una precisión media de ± 30 cm de error máximo.
- La precisión aportada por la ROI es inferior a la ofrecida por la Red de Nivelación de alta precisión, lo que sumado a la cercanía a la obra de vértices REDNAP hace que se desestime la utilización de la altitud ortométrica aportada por la ROI, y se opte por la utilización de la altitud ortométrica ofrecida por los vértices de la REDNAP.

Red básica Topográfica: Vértices geodésicos utilizados en los métodos topográficos planimétricos

De acuerdo al Real Decreto 1071/2007 las coordenadas planimétricas en el territorio español peninsular estarán referidas al sistema geodésico de referencia ETRS89.

Debido a la lejanía de los vértices geodésicos REGENTE de las parcelas donde se realizará el proyecto (aproximadamente 14 Km), se ha desestimado su utilización.

Las coordenadas planimétricas aportadas por la Red de Nivelación de alta Precisión están determinadas en proyección UTM h30N ETRS89 mediante observaciones GPS. Los errores planimétricos máximos asociados a sus coordenadas no están referidos en las reseñas. Además, en los vértices REDNAP que nos ocupan se da al hecho de que el triángulo que forman los 3 vértices REDNAP da lugar a ángulos demasiado tendidos (dos de ellos por debajo de los 11°) y dos de las visuales entre vértices se encuentran obstaculizadas por la edificación del pueblo. Todo esto involucra una incertidumbre e imposibilidad no apta para tomarlos como vértices geodésicos en planimetría.

Por otro lado los 3 vértices geodésicos R.O.I más cercanos a la obra forman un triángulo con unos ángulos interiores mayores a 40° idóneos para la realización de visuales topográficas, con una visibilidad buena entre ellos y una distancia entre ellos inferior a 7Km. Las coordenadas planimétricas aportadas por los vértices geodésicos de la ROI, en la proyección universal transversa de Mercator (UTM) en el huso 30 Norte, sobre el sistema geodésico de referencia ETRS89, aportan una precisión de $\pm 8\text{cm}$ de error máximo, haciéndolas aptas para su uso en el diseño de la red básica topográfica planimétrica del presente proyecto y optando finalmente por su utilización.

Sistema Geodésico de referencia ETRS89, oficial en la Península Ibérica

Elipsoide GRS80 con parámetros:

-Origen de coordenadas, centro de masas de la tierra.

-Eje Z paralelo a la dirección del polo medio definido por el Bureau international de l'Heure, época 1985.

-Eje X Intersección del meridiano fundamental de Greenwich y el plano que pasa por el origen y es perpendicular al eje Z.

-Eje Y ortogonal a los anteriores y pasando por el origen formando un sistema de dextrógiro.

-Semieje mayor: 6.378,137 km.

-Semieje menor: 6356,752 km.

- $f=1/298.2572221008827$

Datum: Coordenadas ITRF89 de las 36 estaciones europeas IERS localizadas en la parte estable de la placa tectónica euroasiática.

Datum altimétrico local peninsular: Nivel medio del mar histórico dado por el Mareógrafo de alicante.

Red Básica Topográfica: Elección de vértices geodésicos y Cartografía

Se concluye que se tomarán como vértices geodésicos de la Red básica topográfica planimétrica los vértices de la R.O.I. y como vértices geodésicos de la altimetría los vértices geodésicos de la REDNAP.

Todos ellos cumplen:

-Ser fácilmente localizables en el terreno. Están cartografiados.

-Desde ellos debe divisarse buena parte de la obra. Están elevados o cerca.

-Ser elementos duraderos, al ser hitos monolíticos o en forma de clavo.

Ver plano: Cartografía Red Básica Topográfica

Se han materializado los vértices geodésicos y la Red Básica Topográfica sobre cartografía:

-Mapas MTN25 Hojas 465-3 y 465-4 en coordenadas planimétricas utm ETRS89 Zone 30N, productos del Instituto Geográfico Nacional.

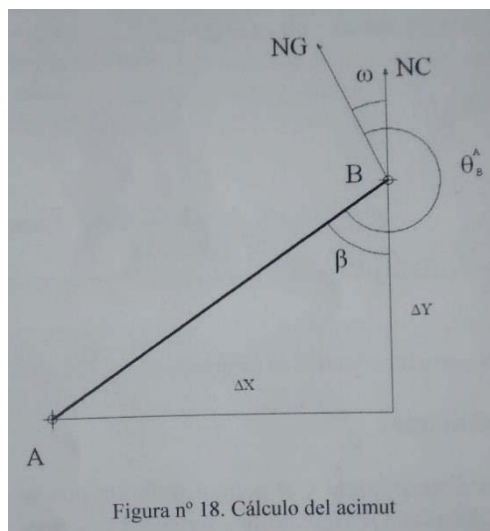
Para la obtención de la cartografía o topografía de la zona de replanteo se optó por la extracción de las curvas de nivel con equidistancia de 1 metro del Modelo Digital del Terreno 05 Lidar .Dicho producto del Instituto Geográfico Nacional aporta una precisión de 50 cm en planimetría y 15 cm en altimetría. Además se enriqueció la topografía con los viales, caminos y edificaciones existentes gracias al producto del IGN, Ortofoto 0465 georreferenciada en ETRS89 h30 perteneciente al Plan Nacional de Ortofoto Aérea. Ver plano: Cartografía Zona Bases de Replanteo.

Medición de distancias y ángulos en la proyección de coordenadas UTM

La proyección universal transversa de Mercator, al igual que cualquier proyección sobre un plano, posee una serie de deformaciones incurridas en el proceso de transformación de la superficie curva terrestre del elipsoide GRS80 enlazado a su datum geográfico a una superficie cartográfica plana.

La proyección UTM es conforme, por tanto conserva los ángulos medidos en la superficie del elipsoide y en la cartografía. Sin embargo existe una pequeña desviación angular dada por la diferencia angular entre el norte geográfico y la cuadrícula del Norte (las líneas verticales de un mapa UTM cuadrículado) en cada punto del mapa en coordenadas planimétricas UTM. Es necesario calcular las convergencias de cuadrícula de los vértices geodésicos así como de las bases intermedias para poder trazar acimuts fieles a la realidad topográfica.

El cálculo de las convergencias se realizó mediante la calculadora geodésica del PAG (Programa de Aplicaciones Geodésicas) del IGN, para cada uno de los vértices geodésicos de la ROI, así como para cada uno de los vértices intermedios. También se tuvo en cuenta que las convergencias de los vértices geodésicos e intermedios utilizados están orientadas hacia el noroeste respecto del norte de la cuadrícula del Mapa MTN25.



$$\vartheta_{B_Corregido}^A = \vartheta_B^A + w$$

Siendo w la convergencia de cuadrícula en el vértice de medición de azimut.

SA=San Ambrosio BU=Buitres CU=Cumbres

B.I=Base Intermedia B.R=Base de Replanteo V.R= Vértice Radiado

Identificador	Azimut medido(Grados Centesimales)	Convergencia de cuadrícula en vértice	Azimut Corregido(Grados Centesimales)
ϑ_{SA}^{BU}	47,5191	1° 3' 14" 1g 17c 10cc	48,6901
ϑ_{BU}^{SA}	247,5191	1° 5' 21" 1g 21c 2cc	248,7293

ϑ_{CU}^{BU}	347,7879	1° 7' 37" 1g 25c 22cc	349,0401
ϑ_{BU}^{CU}	147,7879	1° 5' 21" 1g 21c 2cc	148,9981
$\vartheta_{SA}^{B.I.1.0}$	78,9086	1° 3' 14" 1g 17c 10cc	80,0796
$\vartheta_{BU}^{B.I.1.0}$	223,3291	1° 5' 21" 1g 21c 2cc	224,5393
$\vartheta_{SA}^{B.I.2.0}$	68,6319	1° 3' 14" 1g 17c 10cc	69,8029
$\vartheta_{BU}^{B.I.2.0}$	222,4721	1° 5' 21" 1g 21c 2cc	223,6823
$\vartheta_{B.I.1.0}^{B.R.1}$	77,7728	1° 4' 37" 1g 19c 66cc	78,9694
$\vartheta_{B.I.2.0}^{B.R.1}$	109,9800	1° 4' 47" 1g 19c 97cc	111,1797
$\vartheta_{CU}^{B.I.1.E}$	331,2710	1° 7' 37" 1g 25c 22cc	332,5232
$\vartheta_{BU}^{B.I.1.E}$	164,4709	1° 5' 21" 1g 21c 2cc	165,6811
$\vartheta_{CU}^{B.I.2.E}$	334,5864	1° 7' 37" 1g 25c 22cc	335,8386
$\vartheta_{BU}^{B.I.2.E}$	171,7287	1° 5' 21" 1g 21c 2cc	172,9389
$\vartheta_{B.I.1.E}^{B.R.2}$	310,0693	1° 6' 8" 1g 22c 47cc	311,294
$\vartheta_{B.I.2.E}^{B.R.2}$	288,2205	1° 5' 50" 1g 21c 91cc	289,4396
$\vartheta_{B.R.1}^{V.R.1}$	349,2370	1° 5' 20" 1g 20c 98cc	350,4468
$\vartheta_{B.R.2}^{V.R.2}$	170,3144	1° 5' 14" 1g 20c 80cc	171,5224

PAG Programa de Aplicaciones Geodésicas 1.3

Calculadora Geodésica Redes Geodésicas Ayuda

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

Transformaciones Datum

Datos de Entrada

Sistema de Referencia

☒ ETRS89
☐ ED50
☐ Datum Madrid (Struve)

Coordenadas

☐ Geográficas
☒ UTM
☐ Lambert

Modo de Trabajo

☒ Entrada Manual
☐ Desde Archivo

Coordenadas UTM

X (metros): HUSO:

Y (metros):

CALCULAR desde coordenadas UTM (ETRS89)

Resultados del cálculo

ETRS89	ED50	DATUM MADRID (STRUVE)
X UTM <input type="text" value="635065.000"/>	X UTM <input type="text" value="635173.810"/>	X LAM <input type="text" value="792742.362"/>
Y UTM <input type="text" value="4540492.000"/>	Y UTM <input type="text" value="4540700.925"/>	Y LAM <input type="text" value="713880.126"/>
HUSO <input type="text" value="30"/>	HUSO <input type="text" value="30"/>	
K <input type="text" value="0.99982451"/>	K <input type="text" value="0.99982486"/>	
W <input type="text" value="1° 3' 14"/>	W <input type="text" value="1° 3' 17"/>	
LONG. <input type="text" value="-1° 23' 38.20707"/>	LONG. <input type="text" value="-1° 23' 33.71168"/>	LONG. <input type="text" value="2° 17' 36.78573"/>
LAT. <input type="text" value="41° 0' 15.97918"/>	LAT. <input type="text" value="41° 0' 20.12411"/>	LAT. <input type="text" value="41° 0' 15.68004"/>

Por otra parte la proyección transversa universal de Mercator no es equidistante, es decir, no conserva las distancias medidas en la superficie y en el mapa, por tanto habrá que considerar un valor del coeficiente de anamorfosis lineal. Para encontrar el valor de dicho coeficiente se recurrió a la formulación:

$$q = (X_M - 500.000) \times 10^{-6} \text{ con } X_M = \frac{X_A + X_B}{2}$$

$$k = \text{Coef. de Anamorfosis lineal} = 0,9996 \times (1 + \frac{10^{12}}{2 \times R^2} \times q^2)$$

$$D_{Real} = \frac{D_{UTM}}{k}$$

Con R = Radio de la Tierra, de valor 6372 km, siendo A y B los vértices entre los que se mida la distancia real.

Por último el factor de escala local “m” es igual a 1 en toda la cartografía nacional, pudiendo asumirse una escala de la cartografía constante en toda la superficie representada.

Distancias en Planimetría necesarias para intersección corregidas

Se pasan a describir las distancias necesarias en los métodos de intersección directa y radiación para su comprobación con los resultados de la materialización en campo. Las distancias se dan en metros.

D_{SA}^{BU}	6373,65
D_{CU}^{BU}	6913,94
$D_{B.L.1.O}^{B.I.2.O}$	809,19
$D_{B.L.1.E}^{B.I.2.E}$	884,36
$D_{B.R.1}^{V.R.1}$	231,74
$D_{B.R.2}^{V.R.2}$	336,03
$D_{V.R.1}^{V.R.2}$	101,97

Red Básica Topográfica: Descripción de los Métodos Topográficos

Los trabajos dirigidos a la formación de la red básica se dividen en las fases:

-Definición de vértices geodésicos: Buitres (nº 46552), San Ambrosio (nº 46530) y Cumbres (46570).

- Se procede mediante triangulación por intersección directa desde cada pareja de vértices geodésicos ROI hasta 2 vértices intermedios distintos por sendas triangulaciones, esto dará como resultado 2 vértices intermedios en cada margen del río, haciendo un total de 4.

Para ello se eligen los puntos de ubicación de las bases intermedias a partir del programa de sistemas de información geográfica Qgis Brighton, obteniendo de inmediato las coordenadas UTM de las bases.

Se calculan los acimuts y las distancias correspondientes por el teorema del coseno a partir de la cartografía.

Se presentan los valores corregidos por la convergencia y la anamorfosis lineal para su materialización en campo con E.T y jalón más prisma.

-Se repite el proceso desde cada pareja de vértices intermedios procediendo por triangulación a través del método de intersección directa para definir las bases de replanteo. Desde los 2 vértices intermedios en la margen este del río Jiloca se define la base de replanteo este y desde los 2 vértices intermedios en la margen oeste se define la base de replanteo oeste.

Se presentan los valores corregidos por la convergencia y la anamorfosis lineal para su materialización en campo con E.T y jalón más prisma.

- Desde cada una de las bases de replanteo se radian 2 puntos respectivamente, siendo uno de ellos un vértice de la REDNAP y el otro un vértice nuevo cercano a la obra.

Las coordenadas planimétricas del vértice geodésico REDNAP son conocidas a través de las coordenadas geográficas aportadas por su reseña y transformadas a coordenadas utm ETRS89 h30N por el servicio web de transformación de coordenadas del IGN, dichas coordenadas permiten la introducción del vértice REDNAP en el sistema de información geográfica.

Las coordenadas del vértice radiado a partir de la base de replanteo son conocidas a partir del Sistema de información geográfica.

Lo que se hace es aportar los acimuts y distancias reales corregidos para su materialización en campo por radiación a través de E.T y jalón más prisma.

- Desde los vértices de la REDNAP con sus respectivas coordenadas planimétricas conocidas y enmarcadas en la red básica topográfica procedemos a dotar de altimetría exclusivamente a las bases de replanteo y a los puntos radiados desde ellas, siguiendo un itinerario de nivelación trigonométrica encuadrado compuesto con estaciones recíprocas con inicio en un vértice geodésico REDNAP en la margen Oeste del rio Jiloca y finalización en otro vértice geodésico REDNAP de la margen Este del rio Jiloca.

Este itinerario estará compuesto de 6 vértices dotados de altimetría:

- Vértice geodésico REDNAP margen Oeste.
- Base de Replanteo 1.
- Vértice radiado desde base de replanteo Oeste.
- Vértice radiado desde base de replanteo Este.
- Base de Replanteo 2.
- Vértice geodésico REDNAP margen Este.

Coordenadas planimétricas Vértices Red Básica Topográfica

Nombre	X (metros)	Y(metros)
San Ambrosio	635065,77	4540492,03
Buitres	639392,89	4545170,23
Cumbres	644447,91	4540454,84
Base Intermedia 1 Oeste	637982,50	4541495,30
Base Intermedia 2 Oeste	638311,31	4542234,53
Base Replanteo 1	639497,86	4542046,98
Base Intermedia 1 Este	641193,73	4542285,62
Base Intermedia 2 Este	640502,88	4542837,52
Base Replanteo 2	639228,77	4542599,04
Vértice Radiado 1	639332,07	4542208,84
Vértice Radiado 2	639379,82	4542298,93

Altimetría Itinerario encuadrado entre SSK 206 Y SSK207

SSK206 =Señal secundaria p.k 206 (Vértice geodésico REDNAP)

SSK207 =Señal secundaria p.k 207 (Vértice geodésico REDNAP)

Nombre	X	Y	Z (Ortométrica)
SSK206	639486,35	4542108,51	809,0455
Base Replanteo 1	639497,86	4542046,98	809,1500
Vértice Radiado 1	639332,07	4542208,84	808,1500
Vértice Radiado 2	639379,82	4542298,93	807,1500
Base Replanteo 2	639228,77	4542599,04	806,1500
SSK207	639278,39	4543060,72	805,2302

Se resalta que ,en base a la dotación de cota de los vértices interiores al itinerario en función de la altura ortométrica expresada por las curvas de nivel de la topografía, se ha añadido a su valor nominal de cota un error igual al máximo error altimétrico de la Topografía extraída del modelo digital del terreno ,siendo 15 cm.

Equipos Topográficos y errores asociados

Si bien existe total libertad para llevar a cabo los trabajos topográficos de campo, el estudio topográfico está pensado para llevarse a cabo con E.T sin necesidad de hacer uso de nivel, ni GPS a excepción de que se disponga del modelo de geoide pertinente no incluido en este trabajo.

A estos efectos, se pasan a resumir tolerancias de trabajo referidas a la red topográfica de este proyecto.

Tolerancia en el itinerario altimétrico:

De acuerdo a la bibliografía:

$$T(cm) = \frac{e_{NT} * \sqrt{\text{tramos itinerario}}}{\sqrt{2}(\text{si llevan a cabo observaciones reciprocas})}$$

Siendo $e_{\text{Nivelación Total}}$ un valor que depende del modelo de estación total utilizada, de su estacionamiento y de la altura del prisma en el jalón.

Tolerancia en planimetría:

-En las intersecciones directas para obtener: B.I.1.O, B.I.2.O, B.R.1, B.I.1.E, B.I.2.E, B.R.2.

De acuerdo a la bibliografía el error planimétrico que se puede cometer como máximo pues este método no permite comprobar la bondad o tolerancia de trabajo es:

$$a = \frac{L(\text{distancia reducida observación}) \times e_a}{2x \operatorname{sen}\left(\frac{\hat{V}}{2}\right)} \text{ en cm.}$$

Siendo e_a = El error angular total acimutal en rad. Valor que depende del modelo de estación total utilizado.

\hat{V} = Ángulo interior en el vértice observado .En el triángulo de intersección directa.

Este error consiste en el semieje mayor de la elipse de tolerancia de la observación y es un error del lado de la seguridad máximo en todo caso.

En las radiaciones de los 2 vértices de las bases de replanteo respectivas para obtener V.R.1 y V.R.2.

De acuerdo a la bibliografía:

Al realizar el procedimiento de radiación desde una B.R se producen 2 errores procedentes de la naturaleza polar de la radiación, a saber:

$$e_{\text{Transversal}} = \frac{D_{\text{reducida}} \times e_{\text{angular acimutal}}^{cc}}{636620} \text{ en cm}$$

$$e_{\text{Longitudinal}} = (e_e + e_p) + (k_1 + k_2 \times D_{\text{reducida}}) \text{ en cm.}$$

Se suele estimar para E.T con plomada óptica o laser un error de estacionamiento de la E.T y posicionamiento del prisma de 2,5 cm.

El error del distanciómetro depende de cada modelo de E.T utilizado.

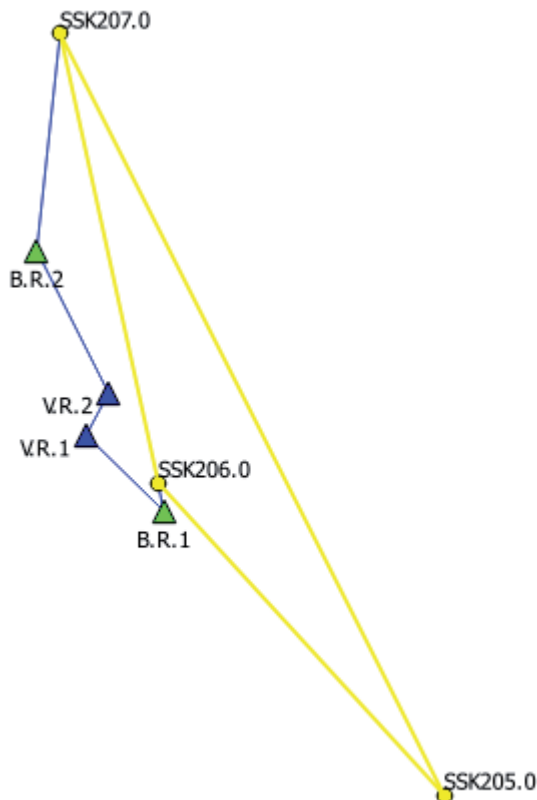
Dichos errores son errores máximos con posibilidad de cometerse, no tolerancias de trabajo, y por tanto el método no es redundante, al igual que el método de intersección directa.

Se concluye confirmando la idoneidad de los métodos topográficos planimétricos planteados en base a:

1° La precisión aportada por la intersección directa se presume suficiente ante las máximas distancias a cubrir del orden de los 7 km, entre los vértices geodésicos R.O.I y los 1000 metros entre el resto de vértices. Siendo distancias asumibles con los distanciometros de las actuales estaciones totales y los ángulos interiores superiores a los 20° para conseguir una precisión del orden de la ROI de ± 10 cm.

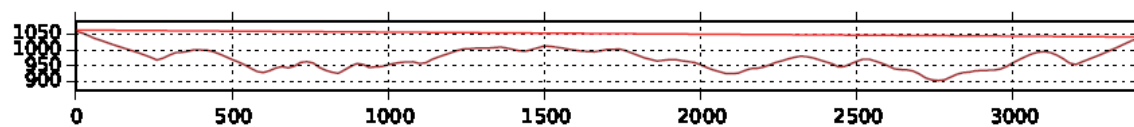
2° La utilización del método de la radiación para la obtención de puntos representativos cercanos a la obra desde las bases de replanteo, está contrastado en la práctica topográfica y las distancias entre vértices radiados, bases de replanteo y vértices geodésicos REDNAP (para dotar de altimetría al itinerario descrito) son suficientemente pequeñas, del orden de los 300 metros, para llevarse a cabo con garantías de precisión planimétrica.

CROQUIS ITINERARIO ALTIMÉTRICO

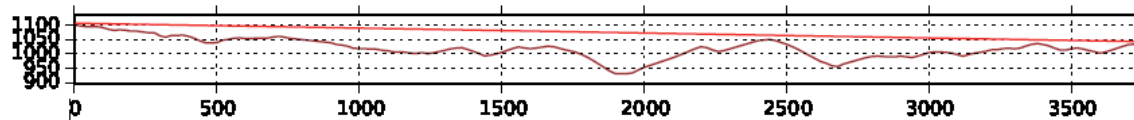


Se presentan los perfiles de visuales de los V.G a las Bases Intermedias.

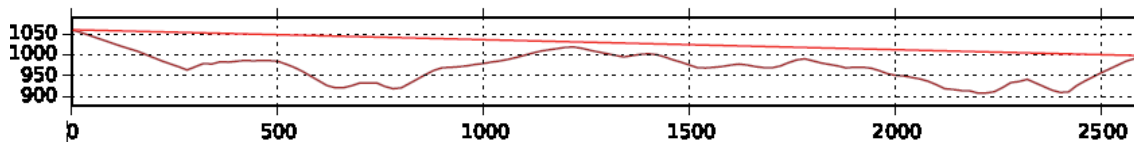
V. Buitres-B.I.1.E



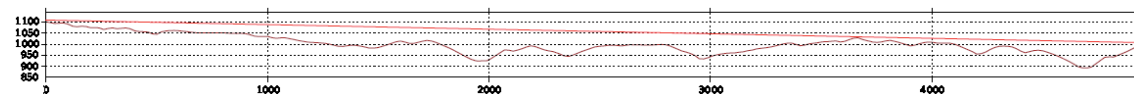
V.Cumbres-B.I.1.E



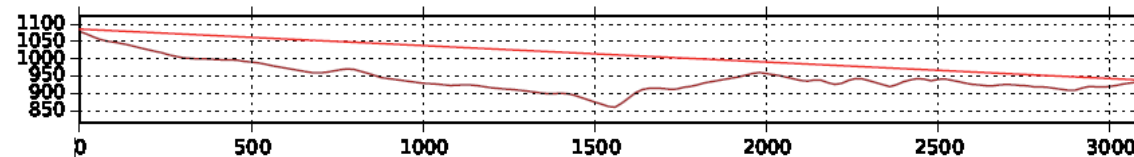
V.Buitres-B.I.2.E



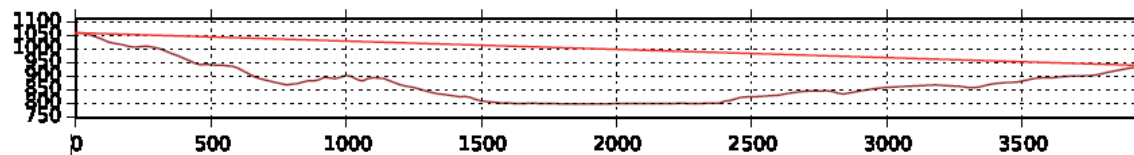
V.Cumbres-B.I.2.E



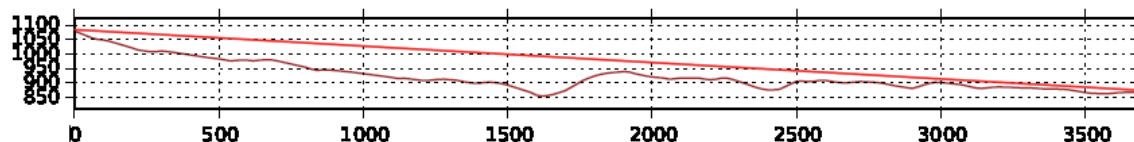
V. San Ambrosio-B.I.1.O



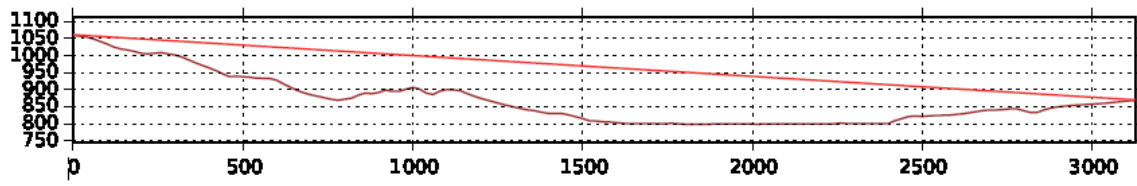
V.Buitres-B.I.1.O



V. San Ambrosio-B.I.2.O



V.Buitres-B.I.2.O



Bibliografía Consultada:

-IGN

-“Topografía Aplicada”, ETSICaminos, Canales y Puertos Madrid ,Rubén Martínez Marín, Miguel Marchamalo Sacristán, Luis velilla Almaraz.



Reseña Vértice Geodésico

21-feb-2015

Número.....: **46552**
 Nombre.....: **Buitres**
 Municipios: Burbáguena
 Provincias: Teruel
 Fecha de Construcción.....: 05 de noviembre de 1986
 Pilar sin centrado forzado...: 1,20 m de alto, 0,30 m de diámetro.
 Último cuerpo.....: 1,00 m de alto, 1,00 m de ancho.
 Total cuerpos.....: 1 de 1,00 m de alto.

Coordenadas Geográficas:

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 1° 20' 24,7164"	- 1° 20' 29,20904" ±0.08 m
Latitud.....:	41° 02' 49,1473"	41° 02' 45,00628" ±0.08 m
Alt. Elipsoidal...:		1112,340 m ±0.078 (BP)
Compensación..:	01 de diciembre de 1989	01 de noviembre de 2009
		Elipse de error al 95% de confianza.

Coordenadas UTM. Huso 30 :

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	639501,70 m	639392,895 m
Y.....:	4545379,24 m	4545170,238 m
Factor escala....:	0,999839500	0,999839144
Convergencia...:	1° 05' 24"	1° 05' 21"

Altitud sobre el nivel medio del mar: 1060,887 m. (BP)

Situación:

En lo alto del monte Buitre, en terreno de monte bajo con encinas sueltas, estando sus laderas de almendros y viñas.

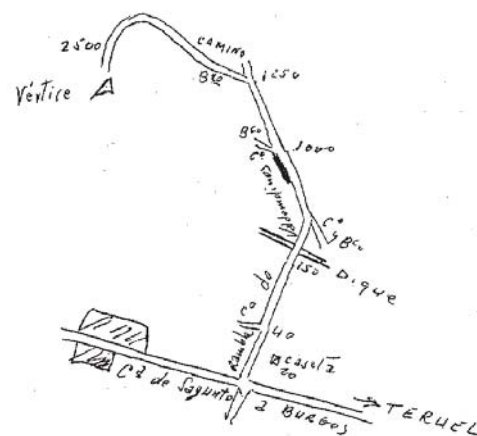
Acceso:

Desde Báguena por la carretera N-330 hacia Teruel, una vez pasada la última casa se recorren 150 m. y se entra a la izda. por el camino que va por la rambla de Valdemolinos, a los 40 m. se deja un camino a la izda., a 150 m. hay un dique y después se deja el camino a la dcha. y a los 1.000 m. un barranco a la izda.; al llegar a los 1.250 m. se deja el vehículo. A pie, hacia la izda. por el barranco se sube hasta lo alto, recorriendo unos 250 m. hasta la señal.

Horizonte GPS:

Despejado

NO EXISTE FOTOGRAFÍA



Observaciones:

Estado: 01 de enero de 2011

Pilar: Bueno

Base: Bueno

Informe del estado del Vértice: <http://ftp.geodesia.ign.es/utilidades/InfoRG.pdf>

Reseña Vértice Geodésico

21-feb-2015

Número.....: 46530
Nombre.....: San Ambrosio
Municipios: Castejón de Tornos
Provincias: Teruel
Fecha de Construcción.....: 08 de octubre de 1986
Pilar sin centrado forzado...: 1,20 m de alto, 0,30 m de diámetro.
Último cuerpo.....: 2,20 m de alto, 1,00 m de ancho.
Total cuerpos.....: 1 de 1,00 m de alto.

Coordenadas Geográficas:

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 1° 23' 33,6781"	- 1° 23' 38,17372" ±0.073 m
Latitud.....:	41° 00' 20,1254"	41° 00' 15,97880" ±0.087 m
Alt. Elipsoidal...:		1133,748 m ±0.08 (BP)
Compensación...:	01 de diciembre de 1989	01 de noviembre de 2009
		Elipse de error al 95% de confianza.

Coordenadas UTM. Huso 30 :

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	635174,59 m	635065,779 m
Y.....:	4540700,98 m	4540492,003 m
Factor escala....:	0,999824874	0,999824529
Convergencia...:	1° 03' 17"	1° 03' 14"

Altitud sobre el nivel medio del mar: 1082,121 m. (BP)

Situación:

En un pequeño alto que hay a unos 3 km. de Castejón de Tornos y próximo al camino de este a Báguena. La señal está junto a un peirón.

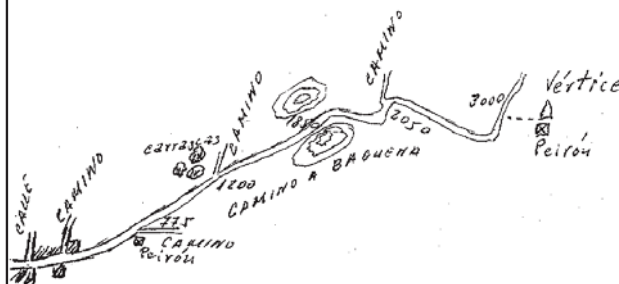
Acceso:

Desde Castejón de Tornos por el camino a Báguena, a los 775 m. se deja un camino a la dcha., a 1.200 m. otro a la izda., pasando a los 1.850 m. entre dos cerretes; a 2.050 m. se deja camino a la izda. y a los 3.000 m. se deja el vehículo. La señal está a la dcha. a unos 50 m.

Horizonte GPS:

Despejado

NO EXISTE FOTOGRAFÍA



Observaciones:

Reseña Vértice Geodésico

21-feb-2015

Número.....: 46570
Nombre.....: Cumbres
Municipios: Calamocha
Provincias: Teruel
Fecha de Construcción.....: 04 de noviembre de 1986
Pilar sin centrado forzado...: 1,20 m de alto, 0,30 m de diámetro.
Último cuerpo.....: 3,00 m de alto, 1,00 m de ancho.
Total cuerpos.....: 1 de 1,00 m de alto.

Coordenadas Geográficas:

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 1° 16' 52,2608"	- 1° 16' 56,74608" ±0.08 m
Latitud.....:	41° 00' 13,1279"	41° 00' 08,98522" ±0.073 m
Alt. Elipsoidal...:		1156,723 m ±0.076 (BP)
Compensación..:	01 de diciembre de 1989	01 de noviembre de 2009

Elipse de error al 95% de confianza.

Coordenadas UTM. Huso 30 :

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	644556,76 m	644447,916 m
Y.....:	4540663,84 m	4540454,848 m
Factor escala....:	0,999857175	0,999856807
Convergencia...:	1° 07' 41"	1° 07' 37"

Altitud sobre el nivel medio del mar: 1105,231 m. (BP)

Situación:

En la cima de un monte cubierto de pinos, al borde y encima del talud de la pista de acceso.

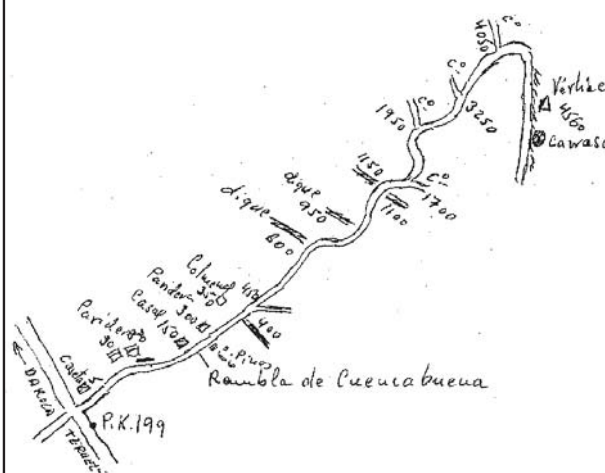
Acceso:

Desde Luco de Jiloca por la carretera N-330 hacia Teruel, recorridos unos 200 m. después de las últimas casas, en el km. 198,980 se entra a la izda. por el camino que va por la rambla de Cuencabuena, se pasan varias casetas y parideras, dejando a los 400, 450 y 1.700 m. tres caminos a la dcha. y a 1.950, 3.250 y 4.050 tres a la izda. y al llegar a los 4.560 se deja el vehículo. La señal está a la izda. en lo alto del talud poco antes de una carrasca aislada.

Horizonte GPS:

Despejado

NO EXISTE FOTOGRAFÍA



Observaciones:

Estado: 11 de julio de 2010

Pilar: Bueno

Base: Bueno

Informe del estado del Vértice: <http://ftp.geodesia.ign.es/utilidades/infoRG.pdf>

Reseña Vértice Geodésico

28-feb-2015

Número.....: **46538**
 Nombre.....: **El Plano**
 Municipios: Retascón
 Provincias: Zaragoza
 Fecha de Construcción.....: 04 de julio de 1986
 Pilar con centrado forzado...: 1,20 m de alto, 0,30 m de diámetro.
 Último cuerpo.....: 0,50 m de alto, 1,00 m de ancho.
 Total cuerpos.....: 1 de 0,50 m de alto.

Coordenadas Geográficas:

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 1° 23' 57,9497"	- 1° 24' 02,45164"
Latitud.....:	41° 08' 43,2245"	41° 08' 39,09187"
Alt. Elipsoidal...:		1031,288 m (CF)
Compensación..:	01 de diciembre de 1989	28 de noviembre de 2004

Coordenadas UTM. Huso 30 :

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	634322,71 m	634213,995 m
Y.....:	4556205,61 m	4555996,608 m
Factor escala....:	0,999822041	0,999821699
Convergencia...:	1° 03' 12"	1° 03' 09"

Altitud sobre el nivel medio del mar: 978,756 m. (BP)

Situación:

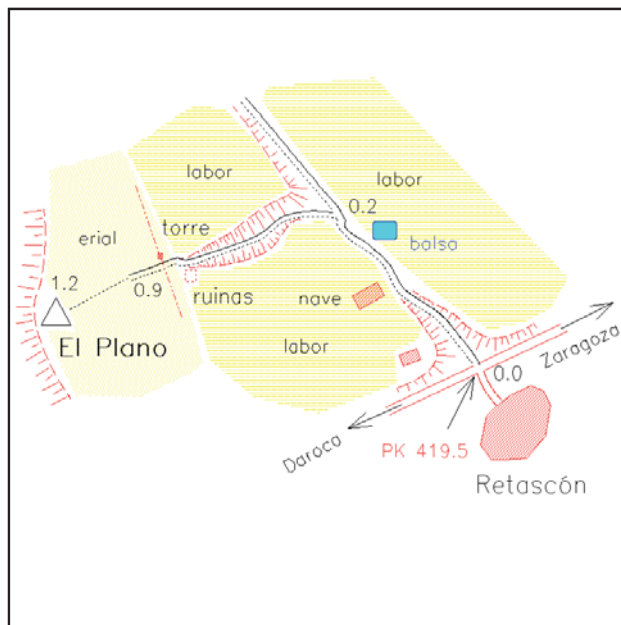
En el borde O. de La Plana, a unos 1.500 m. al O. de Retascón y a unos 300 m. al S.O. de una torreta metálica de alta tensión, el terreno es de erial y en su parte S. hay pinos.

Acceso:

Desde Retascón hay una salida a la carretera en el km. 78, frente a esta salida, sale un camino atrincherado por el que se entra, pasando entre una balsa y una nave, a los 200 m. se tuerce a la izda. y a los 900 m. al poco de pasar una línea de alta tensión acaba el camino. A pié, de frente unos 300 m. hasta la señal.

Horizonte GPS:

Despejado



Observaciones:

REGENTE.
Vértice observado con GPS.

Estado: 01 de enero de 2011

Pilar: Bueno

Base: Bueno

Informe del estado del Vértice: <http://ftp.geodesia.ign.es/utilidades/InfoRG.pdf>

Reseña Vértice Geodésico

28-feb-2015

Número.....: 49143
Nombre.....: Valdellosa
Municipios: Calamocha
Provincias: Teruel
Fecha de Construcción.....:
Pilar con centrado forzado...: 1,18 m de alto, 0,30 m de diámetro.
Último cuerpo.....: 2,00 m de alto, 3,00 m de ancho.
Total cuerpos.....: 1 de 1,00 m de alto.

Coordenadas Geográficas:

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 1° 21' 26,9556"	- 1° 21' 31,44176"
Latitud.....:	40° 53' 40,6298"	40° 53' 36,47702"
Alt. Elipsoidal...:		1281,718 m (CF)
Compensación..:	01 de septiembre de 1991	28 de noviembre de 2004

Coordenadas UTM. Huso 30 :

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	638366,61 m	638257,752 m
Y.....:	4528436,27 m	4528227,428 m
Factor escala....:	0,999835626	0,999835273
Convergencia...:	1° 04' 32"	1° 04' 29"

Altitud sobre el nivel medio del mar: 1228,878 m. (BP)

Situación:

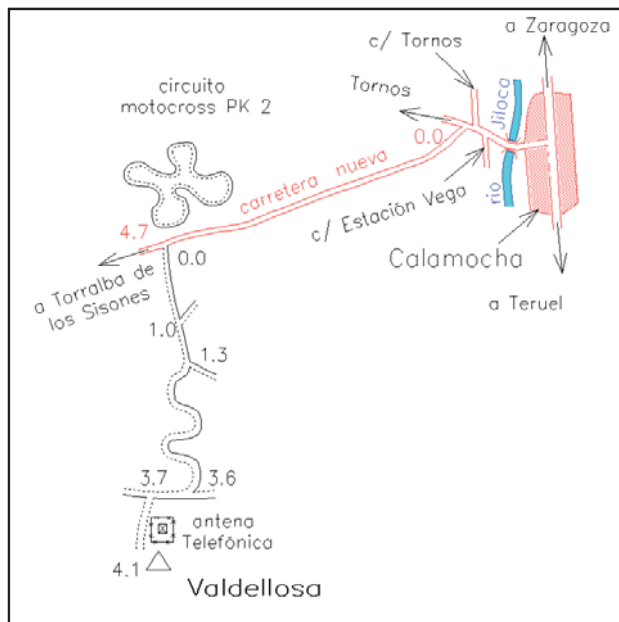
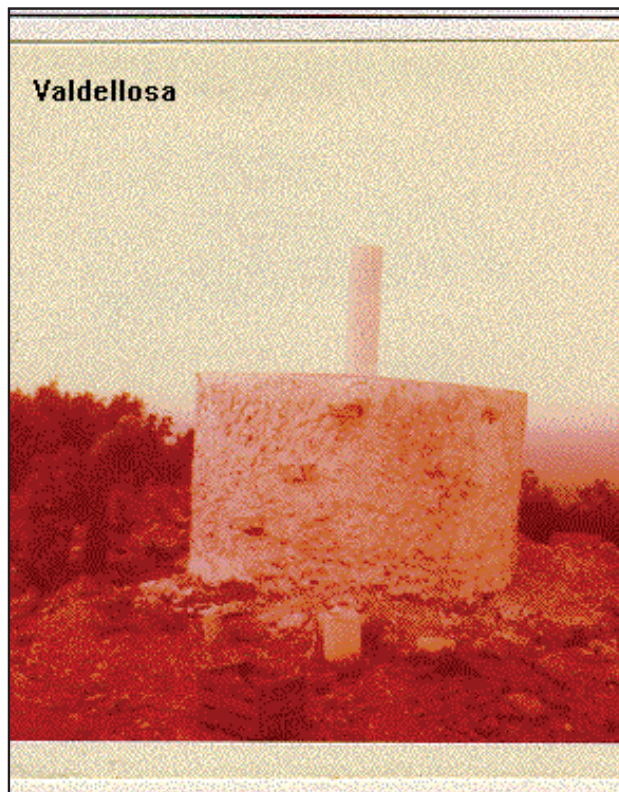
En el punto más elevado del monte Valdellosa, en terreno de encinas y a unos 2,5 km. al N.O. de El Poyo del Cid.

Acceso:

Desde El Poyo del Cid por un camino que va hacia el N. y del que a los 100 m. sale a la izda. en dirección O. la pista de Valdellosa, por la que se sigue, dejando los caminos de servicio a ambos lados, a los 1.100 m. se deja uno a la dcha., a los 2.150 m. se pasa junto a unas ruinas, a 4.300 hay una paridera a la dcha. y al llegar a los 5.300 m. se entra a la dcha. por un cortafuegos que llega a los 6.000 m. a la señal.

Horizonte GPS:

Despejado



Observaciones:

REGENTE.
 Vértice observado con GPS.

Reseña de Señal de Nivelación

21-feb-2015

Situación Geográfica:

Número: **214065**
 Nombre: **SSK205.0**
 Línea o Ramal: **214. Calatayud - Caminreal**

Municipio: **Burbáguena**
 Provincia: **Teruel**
 Hoja MTN50: **465**
 Señal: **Secundaria** En posición: **Vertical**
 Señalizada: **11 de junio de 2001**
 Nivelada: **01 de febrero de 2004**

Datos Geodésicos:

Altitud ortométrica: **814,8917 m.**
 Geopotencial: **798,63716 u.g.p.**
 Gravedad en superficie: **980018,53 mgals.** *Observada*
 Cálculo: **01 de mayo de 2008**

Coordenadas Geográficas ETRS89:

Longitud: **- 1° 20' 02,34"**
 Latitud: **41° 00' 43,89"**
 Altitud elipsoidal: **867 m.**
 Precisión: **± 1 m.**

Reseña:

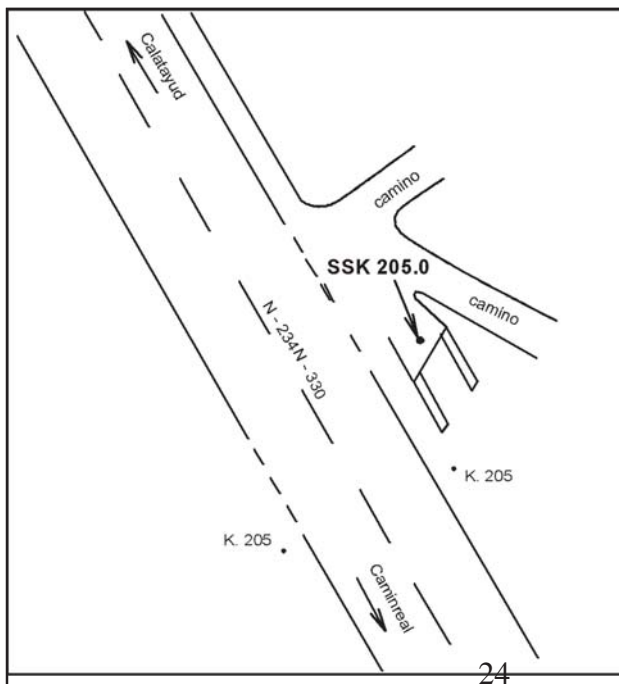
Clavo metálico semiesférico incrustado aproximadamente en el Km. 205.008 de la margen NE de la Carretera Nacional 234, en el centro de la imposta S de un paso de cuneta de un camino.

Observaciones:

Informe del estado de la Señal en: <http://ftp.geodesia.ign.es/utilidades/InfoRN.pdf>

Enlaces:

Anterior: **214064 - SSK206.0**
 Posterior: **214066 - NGW829**
 Agrupada con:



Reseña de Señal de Nivelación

21-feb-2015

Situación Geográfica:

Número: **214064**
Nombre: **SSK206.0**
Línea o Ramal: **214. Calatayud - Caminreal**

Municipio: Burbágüena
Provincia: Teruel
Hoja MTN50: 465
Señal: Secundaria En posición: Vertical
Señalizada: 11 de junio de 2001
Nivelada: 01 de febrero de 2004

Datos Geodésicos:

Altitud ortométrica: 809,0455 m.
Geopotencial: 792,89535 u.g.p.
Gravedad en superficie: 980003,71 mgals. *Observada*
Cálculo: 01 de mayo de 2008

Coordenadas Geográficas ETRS89:

Longitud: - 1° 20' 27,7"
Latitud: 41° 01' 05,7"
Altitud elipsoidal:
Precisión: Coordenadas orientativas

Reseña:

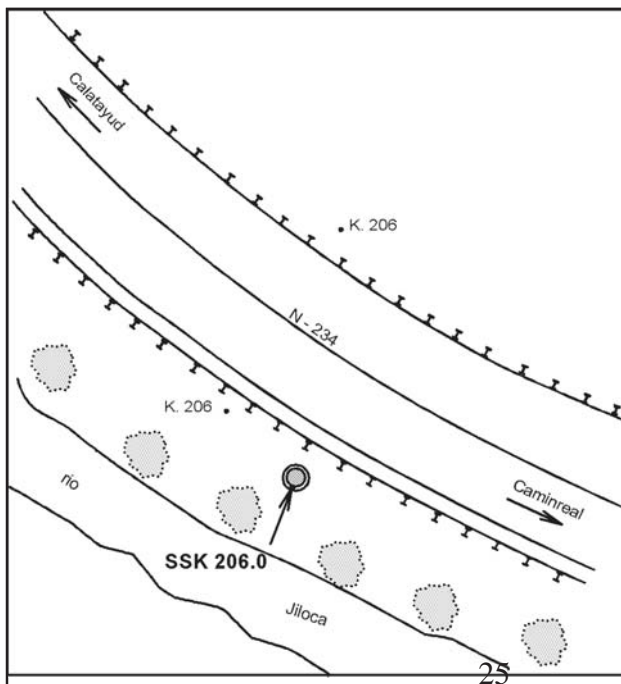
Clavo metálico semiesférico incrustado aproximadamente en el Km. 205.994 de la margen W de la Carretera Nacional 234, en la población de Burbágüena, junto al Río Jiloca, en la base de hormigón soporte de la tapa de un pozo de saneamiento.

Observaciones:

Informe del estado de la Señal en: <http://ftp.geodesia.ign.es/utilidades/InfoRN.pdf>

Enlaces:

Anterior: 214063 - SSK207.0
Posterior: 214065 - SSK205.0
Agrupada con:



Reseña de Señal de Nivelación

21-feb-2015

Situación Geográfica:

Número: **214063**
Nombre: **SSK207.0**
Línea o Ramal: **214. Calatayud - Caminreal**

Municipio: **Burbáguena**
Provincia: **Teruel**
Hoja MTN50: **465**
Señal: **Secundaria** En posición: **Vertical**
Señalizada: **08 de junio de 2001**
Nivelada: **01 de febrero de 2004**

Datos Geodésicos:

Altitud ortométrica: **805,2302 m.**
Geopotencial: **789,15672 u.g.p.**
Gravedad en superficie: **980004,52 mgals.** *Observada*
Cálculo: **01 de mayo de 2008**

Coordenadas Geográficas ETRS89:

Longitud: **- 1° 20' 35,827"**
Latitud: **41° 01' 36,695"**
Altitud elipsoidal: **856,7 m.**
Precisión: **± 0,1 m.**

Reseña:

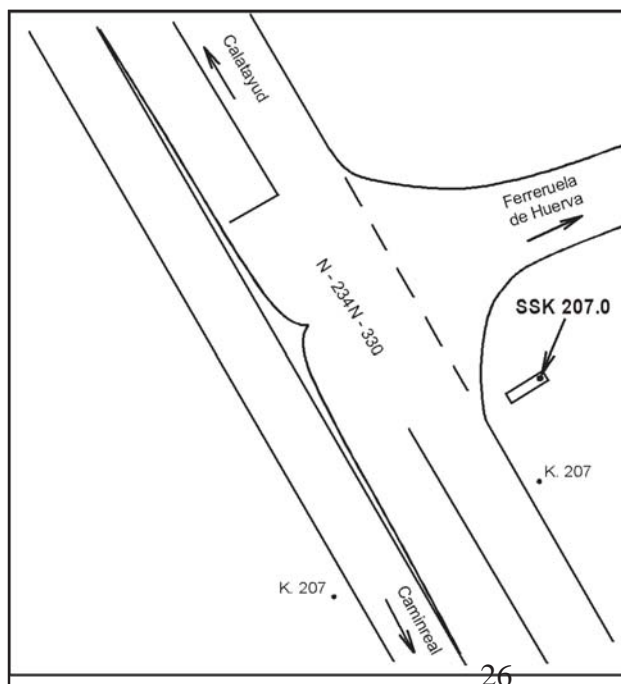
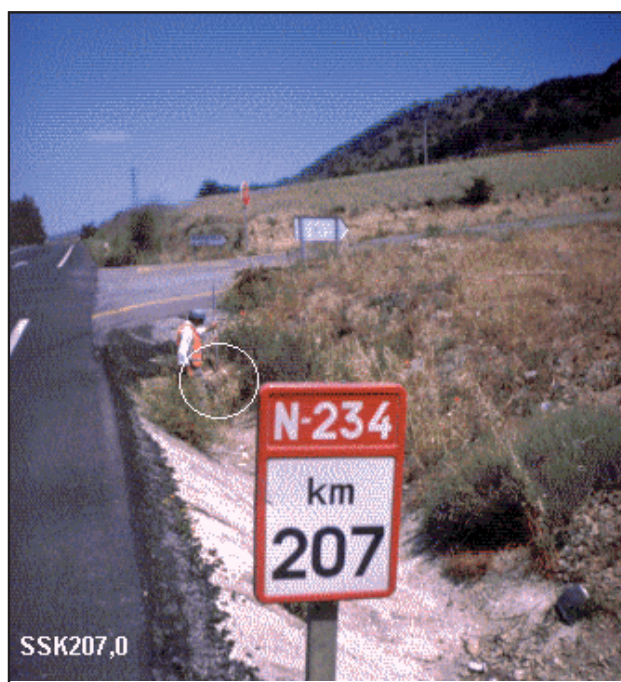
Clavo metálico semiesférico incrustado aproximadamente en el Km. 207.010 de la margen E de la Carretera Nacional 234, en el extremo E de la imposta S de un paso de cuneta en la carretera a Ferrerueta de Huerva.

Observaciones:

Informe del estado de la Señal en: <http://ftp.geodesia.ign.es/utilidades/InfoRN.pdf>

Enlaces:

Anterior: **214062 - SSK208.0**
Posterior: **214064 - SSK206.0**
Agrupada con:



Anejo III: Geología e hidrogeología

Anejo III Geología e Hidrogeología

Objeto

Este estudio pretende la caracterización cualitativa del terreno sobre el que se asienta el proyecto de infraestructura del transporte que nos ocupa.

La búsqueda de la caracterización cualitativa del terreno está justificada en el hecho de que es la base para la caracterización cuantitativa del terreno a través del pertinente estudio geotécnico desarrollado más adelante.

Este estudio está dirigido asimismo a la definición de la situación de canteras y vertederos de interés para la obra.

La caracterización cualitativa se llevó a cabo mediante:

1. El análisis del marco geológico general de la hoja 465 “Daroca”, donde se encuentra ubicado el término municipal de Burbáguena.
2. El análisis del marco geológico local en la zona directamente afectada por la obra en un buffer de 500 metros.
3. El análisis de riesgos geológicos previsibles.

Investigación y fuentes de información de Datos Geológicos

Se llevó a cabo una recopilación de la información geológica de la zona de actuación consistente en:

-Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 ,2ª Serie, Hoja 465, producto del IGME.

-Mapa Nacional de Rocas Industriales a escala 1:200.000, Serie Antigua, hoja 40 Daroca, producto del IGME.

-Mapa Nacional Hidrogeológico a escala 1:200.000, hoja 40 Daroca, producto del IGM.

1 Marco Geológico General hoja Daroca

1.1 Encuadre Geológico

La hoja de Daroca se encuentra situada desde el punto de vista geológico en la región de la cordillera ibérica centro-oriental formando parte de las provincias de Zaragoza y Teruel. Se encuentra, por tanto, dentro del sistema ibérico, limitado por las cuencas terciarias del Tago (SO), del Duero (NO) y del Ebro (NE). En la hoja encontramos formaciones montañosas del sistema ibérico formadas por materiales del precámbrico hasta el paleógeno superior deformados según la dirección general NO-SE. Asimismo dentro del sistema Ibérico también se observan cuencas interiores rellenas por sedimentos continentales, suavemente deformados, del Neógeno entre las que destacan la cuenca sedimentaria de Calatayud y la cuenca sedimentaria del Jiloca, de gran interés, pues abarcan gran parte de la hoja de Daroca.

El relieve en la hoja es accidentado y se desarrolla entre las cotas 695 y 1391 m. Destacan las alineaciones montañosas situadas en los bordes noreste y sureste de la hoja, los páramos del área central de la hoja; Páramos de Romanos, así como el valle asimétrico del Jiloca, situado a lo largo de toda la parte occidental de la hoja, dando lugar al curso fluvial más importante, el río Jiloca. Este discurre con un trazado rectilíneo de dirección SE-NO desembocando como afluente en el Jalón, afluente este a su vez del Ebro. En la misma hoja encontramos el río Huerva de menor caudal, que desemboca directamente en el Ebro y drena las planicies centrales y los relieves nororientales de la hoja a través de los afluentes de carácter intermitente y torrencial que son captados en diferentes puntos por su curso fluvial. El río Jiloca y el río Huerva forman parte así de la cuenca hidrográfica del Ebro, integrados en el sistema ibérico. Es conveniente destacar, por último, en cuanto a masas de agua un sistema de arroyos de muy escaso caudal, de comportamiento torrencial, que aportan a la cuenca endorreica que origina la laguna de Gallocanta, espacio natural protegido, situada al suroeste de la hoja.

1.2 Encuadre Estratigráfico

La región de la hoja de Daroca es altamente compleja con una gran variedad de facies sedimentarias y unidades litológicas de diferentes periodos geológicos, principalmente evaporíticas y carbonáticas. Este estudio de síntesis se centra en describir los afloramientos que se pueden encontrar en las zonas de la hoja:

1. Materiales del Cámbrico (Paleozoico)

- Pizarras y Areniscas intercaladas con Dolomías.
- Dolomías.
- Pizarras y Areniscas cuarcíticas.
- Areniscas
- Pizarras, Limonitas y Areniscas
- Limonitas Calcáreas
- Cuarcitas, areniscas y niveles pizarrosos
- Cuarcitas

4. Materiales del Pérmico (Paleozoico)

- Areniscas cuarcíticas y limos.
- Riolitas

6. Materiales del Cretácico (Mesozoico)

- Arenas conglomeráticas y Arcillas.
- Margas, Margas arenosas.
- Calizas.
- Dolomías y calizas dolomíticas.
- Calizas nodulosas y Margas.
- Margas dolomíticas.

2. Materiales del Ordovícico (Paleozoico)

- Pizarras y cuarcitas.
- Areniscas, cuarcitas y niveles pizarrosos.
- Cuarcitas y pizarras
- Cuarcitas
- Areniscas

3. Materiales del Silúrico (Paleozoico)

- Pizarras
- Cuarcitas

5. Materiales del Triásico (Mesozoico)

- Conglomerados, Areniscas y Lutitas rojas.
- Dolomías.
- Arcillas y margas.
- Yesos
- Brechas calcáreo-dolomíticas.

7. Materiales del Paleógeno (Era Terciaria o Cenozoico)

-Conglomerados con cantos redondeados de cuarcita, areniscas, limonitas y arcillas.

9. Materiales del Plioceno; Neógeno (Era Terciaria)

-Caliza de páramo; calizas y margas de tonos blanquecinos y grisáceos.

-Limonitas y conglomerados de cantos redondeados.

-Conglomerados silíceos.

8. Materiales del Mioceno; Neógeno (Era Terciaria)

-Conglomerados silíceos, limonitas, arcillas rojas.

-Calizas y Margas.

-Calizas arcillosas.

-Conglomerados y niveles carbonatados.

-Arcillas Yesíferas

-Arenas blancas.

-Limonitas rojas con niveles de conglomerados

10. Materiales del Cuaternario (Era terciaria)

-Brechas cuarcíticas y limos.

-Cantos de cuarcitas, Pizarras en abanicos aluviales.

-Conglomerados silíceos cementados.

-Cantos de cuarcita y pizarra con matriz limo-arcillosa.

-Gravas cuarcíticas y limos en depósitos aluviales.

-Conglomerados cuarcíticos y fangos (asociados a endorreísmo de laguna de Gallocanta).

-Nivel de terraza de gravas fundamentalmente cuarcíticas, desarrollado en el valle del río Jiloca.

1.3 Encuadre Geomorfológico

La geomorfología de la región de la hoja de Daroca se caracteriza por el desarrollo de relieves tabulares en el centro de la hoja, dando lugar a formaciones de páramos y valles de cornisa contruidos por la acción erosiva del agua sobre los materiales sedimentarios del Neógeno. Por otra parte el valle del Jiloca tiene un origen tectónico reciente. Así mismo sobre los materiales del paleozoico y el mesozoico, presentes en el extremo oriental y en el extremo occidental de la hoja se desarrollan relieves estructurales, debido a la alternancia de capas plegadas duras y blandas, suavizados. Destaca la presencia de afloramientos a lo largo de la margen oriental y occidental del valle del Jiloca de materiales del Paleozoico, formando relieves de páramos sobresaliendo por encima de los materiales terciarios posteriormente depositados en la cuenca del Jiloca, presentando una intensa fracturación motivada por el proceso tectónico de hundimiento

de la fosa tectónica del Jiloca. Cabe destacar la presencia de materiales sedimentarios del Neógeno depositados a lo largo de la vertiente izquierda del valle del Jiloca formando depósitos consolidados de conglomerados sobre los que más tarde se desarrollaron por procesos tectónicos de la fosa del Jiloca los glaciares detríticos del cuaternario. En la margen derecha del valle del Jiloca predominan los materiales paleozoicos fallados sobre los materiales depositados del Neógeno. En cuanto a los materiales del Paleógeno, estos se encuentran concentrados a lo largo del borde oriental de la hoja, principalmente entre los municipios de Laguerón y Cucalón formando depósitos continentales de Conglomerados, areniscas y Arcillas al pie occidental de la sierra de Cucalón. Finalmente encontramos los materiales cuaternarios formando diferentes estructuras geomorfológicas:

- Los encontramos formando depósitos en forma de abanicos aluviales de antiguos valles secados en partes del extremo occidental de la hoja.
- A lo largo de toda la margen izquierda del río Jiloca, en el actual valle del Jiloca, formando glaciares de acumulación o detríticos en el original relieve de páramos que más tarde fueron afectados por los procesos tectónicos del hundimiento de la fosa del Jiloca.
- Formando terrazas en el valle del Jiloca sobre el nivel del río.
- Formando recubrimientos de coluviones en los márgenes del río.
- Formando depósitos de sedimentos aluviales en los valles y arroyos existentes en la hoja.
- Formando depósitos asociados a los cauces de aportación a la laguna Endorreica de Gallocanta en la parte suroccidental de la hoja.

1.4 Encuadre Tectónico

El área es compleja desde el punto de vista geotectónico. La hoja presenta de Este a Oeste los siguientes sistemas. En la parte más oriental de la hoja se encuentra la alineación montañosa de la Sierra de Cucalón que sigue la dirección principal de plegamientos NO-SE y presenta intensa fracturación de dirección transversal. Hacia el oeste le sigue la cuenca terciaria de Calatayud, formada por fosas tectónicas terciarias rellenas con sedimentos desde el mioceno hasta el plioceno, sobre la que se han desarrollado con posterioridad, en ausencia de movimientos tectónicos significativos, los relieves tabulares formando el relieve de páramos presente en la actualidad en toda la parte central de la hoja de Daroca. Tras el sistema de fosas

tectónicas terciarias de Calatayud, hacía el oeste encontramos la fosa tectónica del Jiloca rellena de sedimentos del terciario que forma el actual valle del Jiloca por cuya llimahoya transcurre el río Jiloca con ramblas de aportación a sus flancos. En la margen oriental del valle del Jiloca encontramos formaciones de materiales rocosos del paleozoico con una intensa fracturación formando fallas normales de dirección predominante transversal al valle producto de los procesos tectónicos de depresión de la fosa tectónica del Jiloca. En la margen occidental del valle encontramos una zona de afloramiento de materiales sedimentarios del Neógeno, a la que le sigue otra zona de fracturación intensa de materiales del Paleozoico caracterizada por fallas normales producto del proceso de formación de la fosa tectónica de dirección predominante transversal al valle del Jiloca. Por último se encuentran en la parte más occidental de la hoja, materiales del paleozoico y del mesozoico muy tectonizados dando lugar a formaciones montañosas caracterizadas por la existencia de un conjunto concentrado de fallas normales e inversas. Los depósitos cuaternarios de la laguna de Gallocanta no presentan actividad tectónica. Los materiales sedimentarios terciarios del cuaternario depositados en el valle del Jiloca no presentan actividad tectónica significativa.

1.4 Encuadre Hidrogeológico

La hoja de Daroca tiene poco interés desde el punto de vista de las aguas subterráneas.

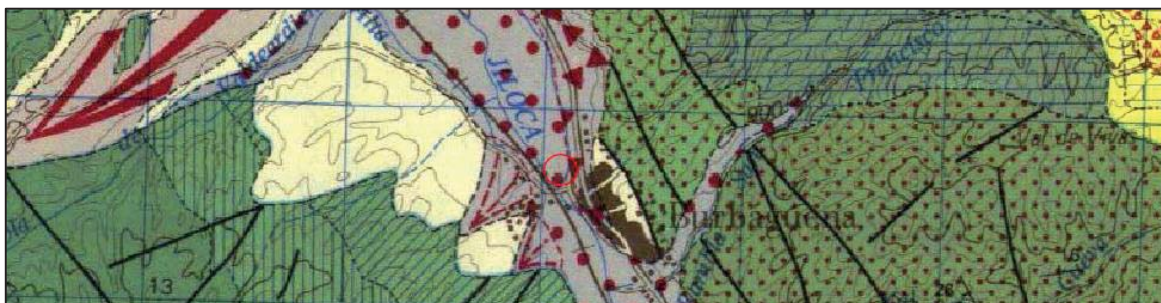
Presentan relativo interés las calizas del Páramo (Referencia 41 en la leyenda del mapa geológico MAGNA) ubicadas en el centro de la hoja (El Boyonal, Las Pedrizas) ya que su permeabilidad no es buena debido a la intercalación de niveles margosos y la poca extensión de las zonas de recarga.

Presentan un pequeño interés los aluviones de gravas de los ríos Jiloca y Huerva.

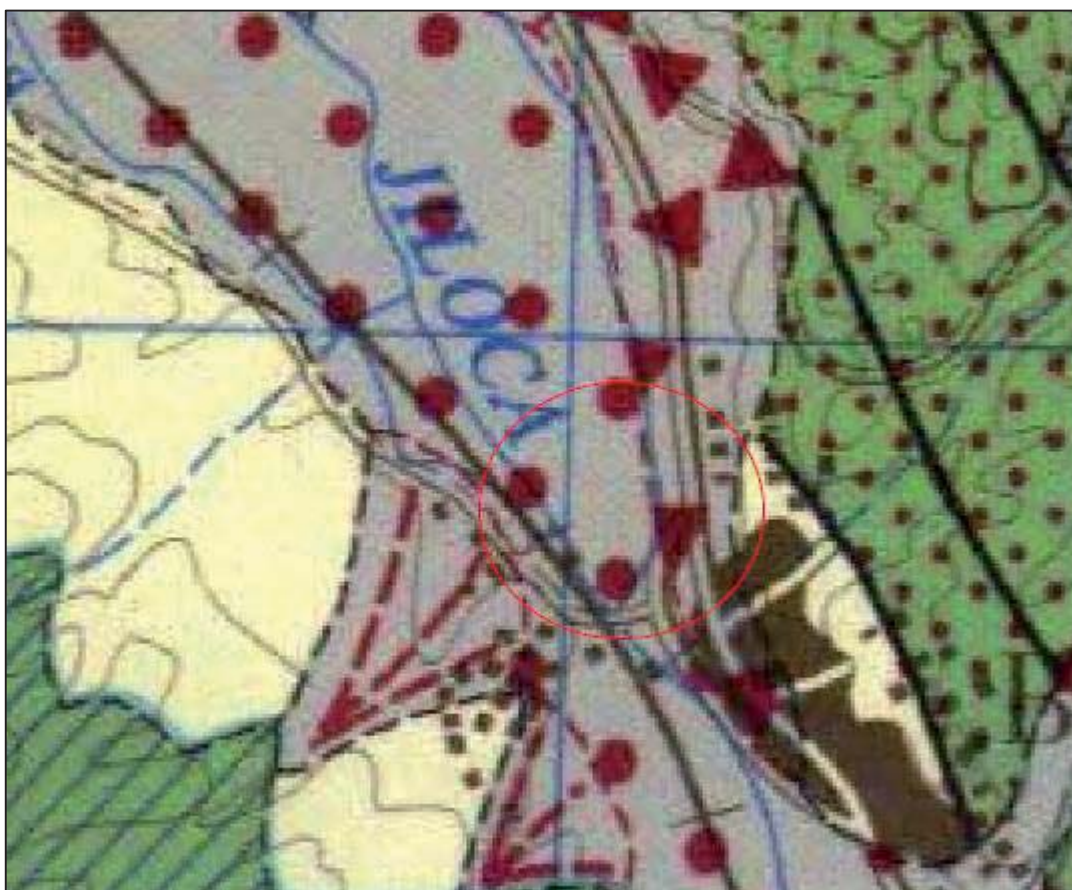
2 Marco Geológico local de la zona del Proyecto

2.1 Encuadre Estratigráfico

El presente proyecto del nuevo puente de Burbáguena se sitúa en perpendicular a la N-234 a la altura del P.K.206, 14.

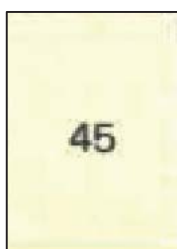


Recorte mapa MAGNA 465. Unidades litológicas en la zona del proyecto.



Recorte MAGNA 465 zona de actuación. Buffer 80 metros.

Se pasan a describir las litologías donde asienta el puente:



45. Conglomerados silíceos y Limonitas rojas y pardas



53. Cantos de Cuarcitas y Pizarras con matriz limo-arcillosa. Coluviones.



55. Gravas cuarcíticas y Limos. Aluviones.



54. Cantos de Cuarcitas y Pizarras con matriz limo-arcillosa. Conos de deyección.

45. Conglomerados silíceos y limonitas rojas y pardas

Se trata de una unidad del Plioceno (Rusciniense-Villanyense) que se encuentra rellenando la fosa tectónica del Jiloca, aflorando en el entorno de ubicación de la obra, en la margen derecha del río Jiloca, cubriendo la práctica totalidad del área del pueblo de Burbáguena. Está constituida por depósitos detríticos de conglomerados cuarcíticos subredondeados englobados en una matriz areno-limosa en capas de 0,5 a 3m alternados con niveles de limonitas rojas. Es ripable. Unidad litológica poco alterada. Se observa una erosión moderada en las cárcavas que presenta debido a las ramblas de aportación torrenciales. La descripción de esta unidad es informativa de la geología de las zonas adyacentes al proyecto pues este no se desarrollará sobre esta.

53. Cantos de Cuarcitas y Pizarras con matriz limo-arcillosa. Coluviones.

Se trata una unidad moderna del Holoceno, localizado en partes de la margen derecha del río Jiloca. Se trata de depósitos constituidos por cantos y bloques, fundamentalmente de cuarcitas, areniscas cuarcíticas y pizarras englobados en una matriz limo-arcillosa parda. Es ripable.

55. Gravas cuarcíticas y Limos. Aluviones.

Existencia de Contacto concordante entre los coluviones en la margen oriental del río Jiloca y los aluviones de la unidad litológica tratada. Se trata de sedimentos aluviales depositados en el cauce y márgenes del río hasta los límites señalados. Predominancia de Gravas subredondeadas cuarcíticas frente a la matriz limo-arcillosa en la que se ven englobadas. Se observan potencias superiores a los 10 metros en el tramo de aluviales objeto de estudio.

54. Cantos de Cuarcitas y Pizarras con matriz limo-arcillosa. Conos de deyección.

Se tratan de depósitos de cantos de cuarcitas y pizarras cementados en una matriz limo-arcillosa, producto de la sedimentación en barranco torrencial, en afluente intermitente del Jiloca, a largo plazo geológico. Presentan geomorfología de cono de deyección que se integra en los aluviones.

2.2 Encuadre Tectónico

Debido a la ubicación de la obra en el área de influencia de los aluviones, coluviones y conos de deyección rellenando los niveles más superficiales de la fosa tectónica del Jiloca con materiales del cuaternario, se puede observar la lejanía del proyecto de las zonas tectonizadas con la presencia de fallas en los extremos de la fosa tectónica representadas por los materiales paleozoicos, por tanto, se concluye que no hay presencia de ningún accidente tectónico que pueda poner en riesgo la seguridad local del terreno sobre el que asienta el puente.

2.3 Encuadre Hidrogeológico

Desde el punto de vista hidrogeológico, si bien el subsistema acuífero de los depósitos aluviales del Alto Jiloca abarcando una superficie de 500 Km² entre Cella y Calamocha, es de gran interés por la explotación que soporta en forma de pozos de regadío, en el bajo Jiloca entre Calamocha, Burbáguena, Baguena, Daroca, Montón y Calatayud, donde los depósitos aluviales cuaternarios se estrechan y el sustrato del Neógeno de conglomerados cementados alternados con estratos de limonita es impermeable, se producen las salidas del sistema acuífero hacia el cauce del río y no hay presencia de explotación significativa de acuíferos en la región afectada por la obra y por tanto no hay posible perjuicio derivado alguno.

Por otra parte los materiales de fondo de valle de la zona de la obra: coluviones, aluviones y conos de deyección presentarán un comportamiento variable en cuanto a permeabilidad en función de su contenido de finos, pudiéndose adelantar que el drenaje local se producirá principalmente por escorrentía superficial, por el contenido medio de limos y la no presencia de fisuras.

3. Riesgos Geológicos

3.1 Formaciones Cuaternarias: Deslizamientos, Escorrentías, Socavaciones

La formación cuaternaria de coluviones de cantos y bloques de cuarcitas, areniscas cuarcíticas y pizarras, cementados en matriz limo-arcillosa, de la margen derecha del río, es susceptible de deslizamiento profundo rápido en periodos de lluvia cerca del contacto con los materiales sedimentarios del Neógeno, de alternancia de conglomerados y limonitas, esto resultaría significativo si el espesor de los coluviones fuera somero, sin embargo potencias registradas superiores a los 6 m implican deslizamientos que son lentos en el tiempo, no comprometiendo el puente en su vida útil.

La escorrentía superficial en los coluviones es susceptible de generar cárcavas las cuales pueden dejar al descubierto las caras laterales del estribo derecho facilitando la erosión del plano de la cimentación y su descalce, sin embargo la presencia de una infraestructura de carretera previa con sus elementos de drenaje longitudinales impide el desarrollo de la erosión en la nueva obra por escorrentía superficial.

La formación aluvial que abarca la totalidad de la zona de actuación presenta un alto contenido en gravas y debe ser tenido en cuenta en el diseño de las cimentaciones de los estribos pues hay riesgo de socavación de fondo por efecto de la erosión fluvial y el consecuente descalce de la cimentación.

No se observa posibilidad de deslizamiento de fondo de los aluviones al tratarse de una formación de gran potencia.

No se observa posibilidad de deslizamientos traslacionales ni rotacionales superficiales en ninguna de las márgenes del río debido a la pequeña pendiente existente inferior al 5%.

3.2 Sismicidad

En base a la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, se proporcionan los criterios a seguir para la consideración de la acción sísmica en el presente proyecto.

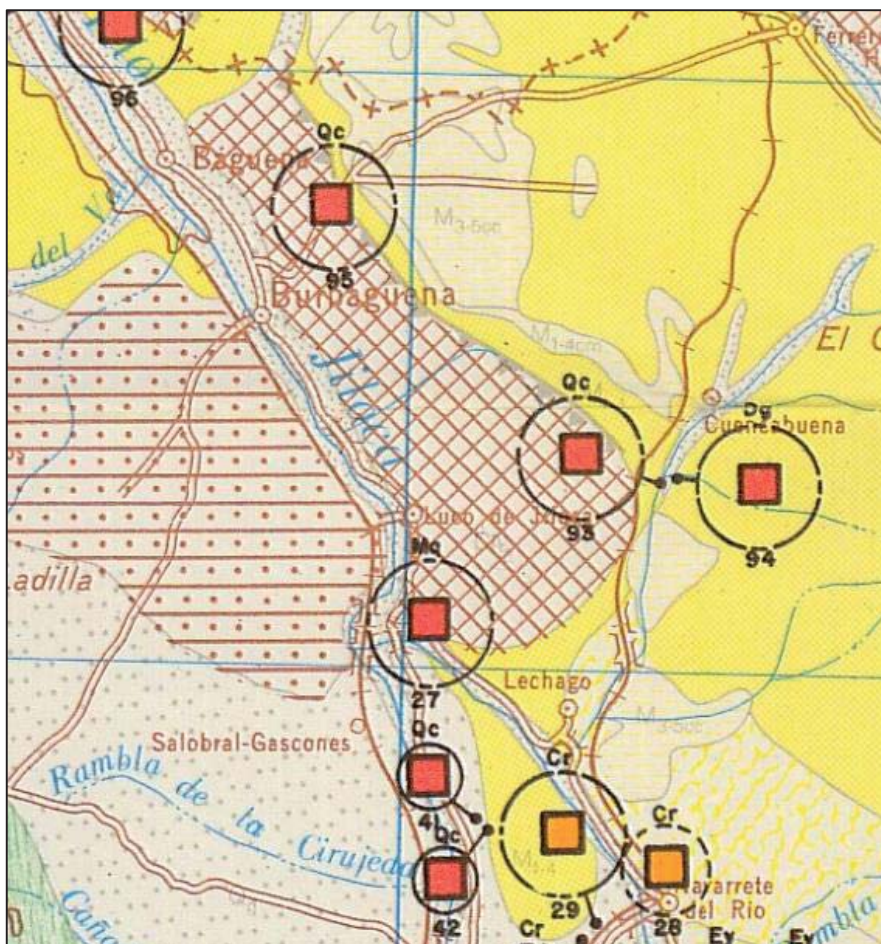
La norma NCSE-02 mediante el mapa de peligrosidad sísmica del territorio nacional, suministra para cada municipio el valor de la aceleración sísmica básica, valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno. Siendo de no obligada la aplicación de la norma NCSE-02 en las construcciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04g.



Como puede observarse en el mapa anterior la zona de ubicación del proyecto se encuentra ubicada en una zona con valores de aceleración sísmica básica inferior a 0,04g por lo que no es de obligada aplicación la norma NCSE-02 y por tanto no se tienen en cuenta los efectos sísmicos sobre la obra.

Canteras y Vertederos

Para el estudio de posibles canteras vertederos necesarios para la realización del proyecto, se ha estudiado la hoja 40 del Mapa Nacional de Rocas Industriales a escala 1:200.000 del IGME.



Recorte Mapa Rocas Industriales. Zona de Proyecto

Como vertedero se ha optado por la utilización de la cantera 95 de brechas y conglomerados, actualmente abandonada, a 2,5 km por carretera de la obra, por ser la más cercana y al mismo tiempo presentarse disponible.

Como cantera para áridos y suelos se ha optado por la utilización de la cantera 94 de gravas, zahorras y conglomerados, actualmente abandonada, a 15,2 km por carretera.

Como cantera para la posible necesidad de finos se ha optado por utilizar la cantera 29 de arcilla, actualmente abandonada, a 14,5 km por carretera.

Cabe destacar que todas las canteras disponen de reservas aún grandes por explotar.

Anejo IV Hidrología e hidráulica

Objeto

El objeto de este anejo consta de 3 partes diferenciadas. En 1º lugar se trata el estudio hidrológico de la cuenca del Jiloca deduciéndose el caudal de avenida del río. En 2º lugar se procede al dimensionamiento hidráulico del galibo libre necesario del puente así como de los elementos drenantes. En 3º lugar se establecen las zonas con necesidad de protección frente al fenómeno de erosión fluvial por socavación de fondo y socavación lateral del pie de los terraplenes que vierten al río.

1. Cálculos Hidrológicos para estimación del caudal de avenidas

El río Jiloca constituye el principal cauce fluvial de la cuenca del Jiloca. Este río recibe aportación de la cuenca del Jiloca, que a su vez consiste en una subcuenca perteneciente a la cuenca del Jalón. Para calcular el caudal de avenida de la cuenca del río Jiloca se recurre al Método Racional Modificado de Témez, sancionado por la experiencia y derivado del método racional contenido en la Instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial”.

De acuerdo a la Instrucción 5.2-IC el puente debe tener una capacidad de desagüe suficiente para el caudal de avenida de la cuenca, de 500 años de periodo de retorno, para la comprobación de la seguridad en la erosión fluvial en los apoyos.

1.1 características físicas de la cuenca

- Sentido de la corriente: SE-NO.
- Superficie: 2597 km².
- Longitud: 121 km.
- Cota máxima Cauce (Pico San Ginés): 1635 m.
- Cota mínima Cauce (Desembocadura cercanías Calatayud): 534m.
- Desnivel medio cauce principal: 1101m.

Datos de la Confederación Hidrográfica de la Cuenca del Ebro.

1.2 Método Racional Modificado de Témez (1991)

El presente método es el resultado del estudio que el profesor J.R. Témez realizara sobre el método racional contenido en la Instrucción 5.2-IC después de experimentar en una gran cantidad y variedad de cuencas aforadas, aumentando la aplicación del método corregido a cuencas con las siguientes características:

- $1\text{km}^2 < \text{Área de la cuenca} < 3.000\text{km}^2$.
- Cuenca predominantemente rural.
- $0'25\text{h} < \text{Tiempo de concentración de la cuenca (Tc)} < 24\text{h}$.

Se presenta la ecuación fundamental del método que relaciona las características geomorfológicas de la cuenca con las intensidades de precipitación.

$$Q = \frac{C * I * A}{3,6} * K$$

- Donde C es el coeficiente de escorrentía, encargado de valorar el grado en que el terreno de la cuenca es favorable o no a la formación de escorrentía superficial a partir de la precipitación caída.
- Donde I es la Intensidad Media de precipitación caída sobre la cuenca según el periodo de retorno considerado y la duración de la precipitación o tormenta, tomando como tal el valor del tiempo de concentración de la cuenca. En mm/h.
- Donde A es la superficie útil de la cuenca. En Km^2 .
- Donde K es el Coeficiente de Uniformidad, el cual pretende corregir el tiempo de concentración de la cuenca para tener en cuenta la variación de la precipitación neta a lo largo del tiempo.

1.2.1 Cálculo del tiempo de concentración

Se ha utilizado la expresión de Kirpich, desarrollada por el Soil Conservation Service para el cálculo del tiempo de concentración de cuencas en valles de pendientes vertientes del orden del 3%, similares a las encontradas en la subcuenca del valle del Jiloca en estudio.

$$T_c(\text{horas}) = \frac{0,02 * L^{0,77} * J^{-0,385}}{60}$$

Con: L=Longitud del cauce principal en metros.

J=Pendiente media del cauce principal en m/m.

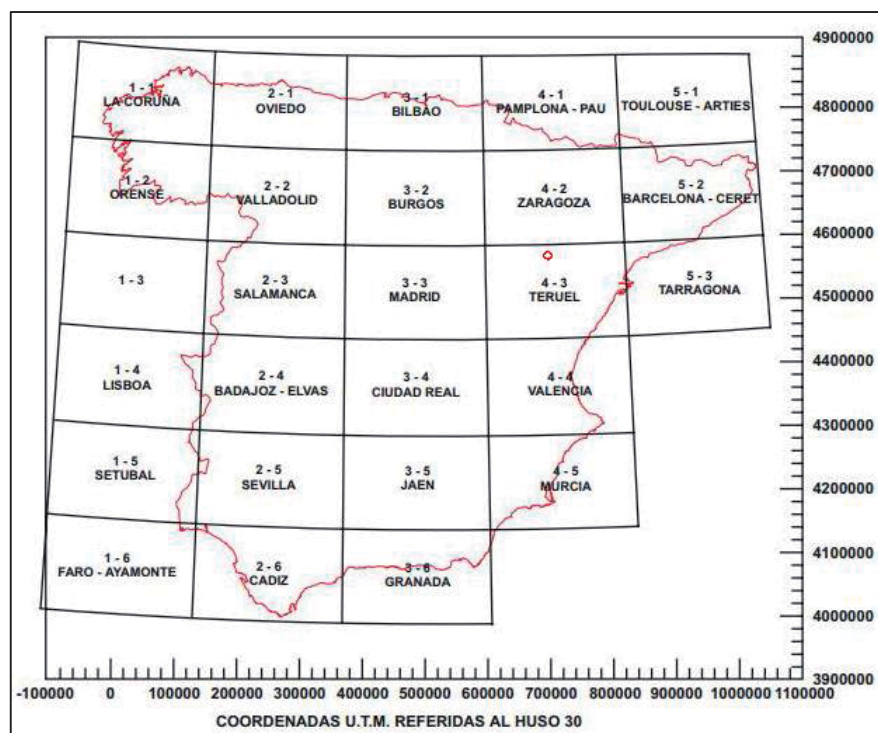
Longitud	Desnivel	Pendiente media	T .Concentración cuenca Jiloca
121 km	1101 m	0,01 m/m	16,09 horas

1.2.3 Cálculo de precipitación máxima diaria en la subcuenca del Jiloca

Para la obtención del valor de la precipitación máxima diaria asociada a un periodo de retorno de 500 años en la subcuenca del Jiloca se ha recurrido a la monografía aportada por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”.

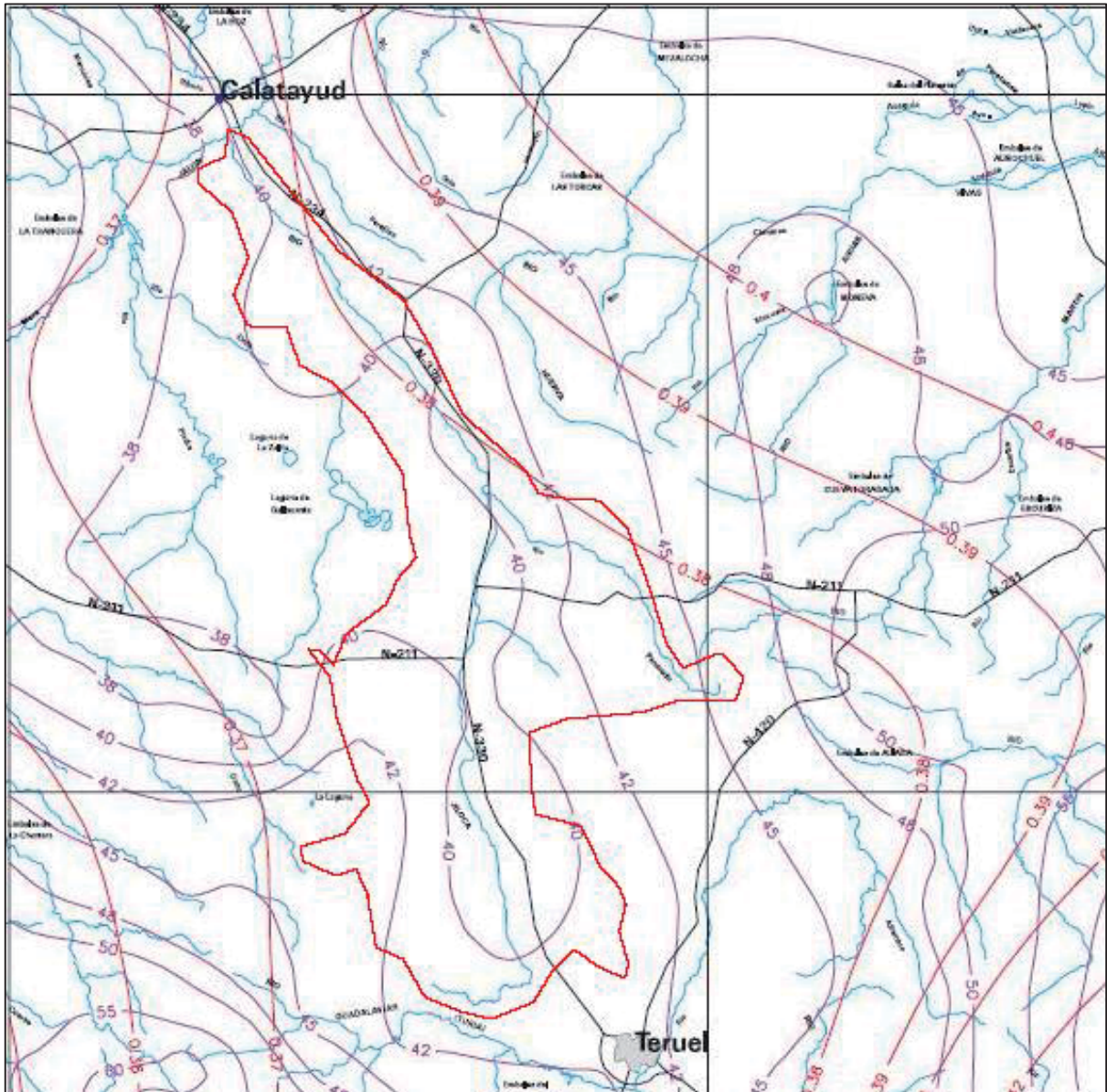
Proceso operativo:

1º Obtención hoja concreta del proyecto en plano-guía, en este caso para las coordenadas representativas del área del proyecto se trata de la hoja 4-3.



2º Localizar el la superficie geográfica de la subcuenca del Jiloca en la hoja 4-3 ‘Teruel’. Obtención a través de las isolas de la hoja:

- El coeficiente de variación de C_v , de valor 0,38, del lado de la seguridad, siendo el mayor valor observado en la subcuenca.
- El valor medio de la máxima precipitación diaria anual en la subcuenca del Jiloca, de valor, \bar{P} , 42mm, del lado de la seguridad.



Recorte hoja 4-3 Teruel.Subcuenca del Jiloca

3º Para el periodo de retorno estudiado de 500 años y el coeficiente de variación C_v , de valor 0,38, se obtiene a partir de la tabla K_t , el factor de amplificación K_t , de valor 3,014.

Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular								
PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)								
C _v	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189

4º Se obtiene la precipitación máxima diaria asociada a un periodo de retorno de 500 años a través de la siguiente fórmula:

$$P_{500 \text{ años}} = K_T * \bar{P} = 3,014 * 42 = 127 \text{ mm/día}$$

5º El método racional modificado introduce la influencia de la no uniformidad de la precipitación en toda la superficie de la cuenca en estudio a través del coeficiente corrector $K_A = 1 - \frac{\log A}{15} = 1 - \frac{\log 2597}{15} = 0,78$

6º Finalmente se obtiene el valor de la precipitación máxima diaria corregida para el método racional modificado en la subcuenca del Jiloca.

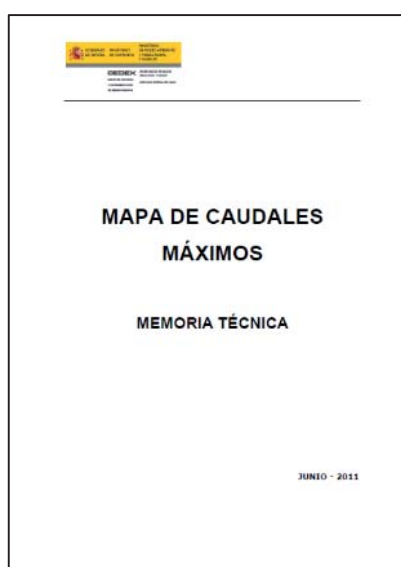
$$P'_d = K_A * P_d = 0,77 * 127 = 98 \text{ mm/día}$$

Periodo de Retorno	Precipitación máxima diaria corregida en la subcuenca del Jiloca
500 años	98 mm/día

1.2.4 Cálculo del umbral de escorrentía para la subcuenca del Jiloca

El umbral de escorrentía es el parámetro que mide la cantidad de precipitación a partir de la cual el terreno no es capaz de infiltrar más agua y esta discurre sobre la superficie en un flujo difuso durante la tormenta. Este parámetro depende del estado de humedad antecedente del suelo en la época en la que se producen las avenidas, el uso del suelo, la permeabilidad del suelo y la pendiente del suelo de la cuenca.

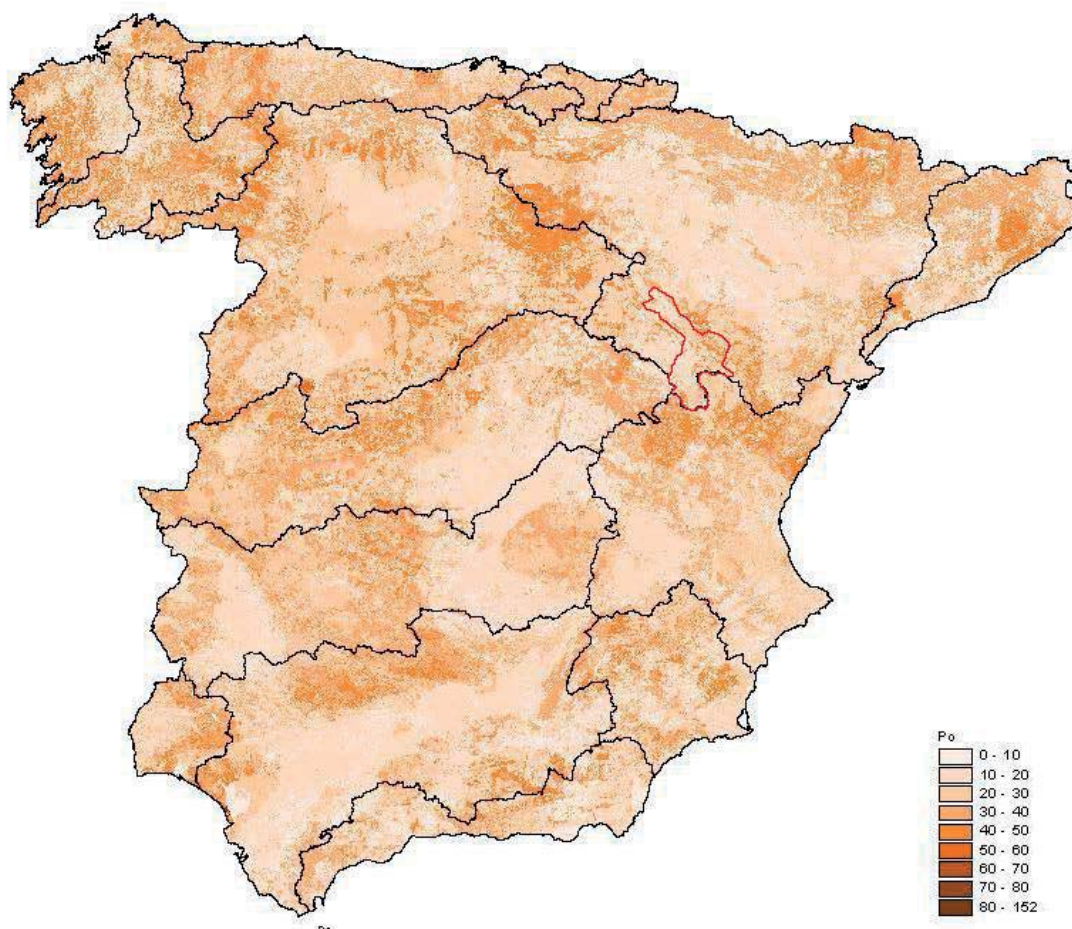
La metodología seguida para la obtención de este parámetro consistió en la consulta de la monografía “Memoria Técnica del Mapa de Caudales Máximos” (Junio 2011), aportada por el CEDEX para el Ministerio de Medio Ambiente y Rural y Marino.



Publicación: Memoria Técnica del Mapa de Caudales máximos”CEDEX, Ministerio de Medio Ambiente y Rural y Marino.

Así dentro de esta publicación se encuentra elaborado “el mapa de umbral de escorrentía (mm) en condiciones de humedad media del suelo para su utilización en el método racional modificado de Témez”.

Dicho mapa se encuentra se puede encontrar también como capa SIG en el área de cartografía y SIG de caudales máximos en régimen natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.



Mapa Peninsular de Umbral de escorrentía. Subcuenca del Jiloca

El mapa está elaborado utilizando la metodología “Análisis de nuevas fuentes de datos para la estimación del parámetro número de curva del modelo hidrológico SCS: Datos de perfiles de suelos y teledetección” a partir de los perfiles del terreno y sus pendientes obtenidos por teledetección, los mapas de usos del suelo CORINE 2000 así como de datos de la infiltración del terreno actualizados.

De acuerdo a la distribución de valores de P_0 representada en la región de la subcuenca del Jiloca en el mapa, se adopta un valor medio de umbral de escorrentía para la cuenca, \overline{P}_0 de valor 25 mm/día, del lado de la seguridad, estando ligeramente por encima del valor de referencia conservador de umbral de escorrentía de 20mm referido por la instrucción 5.2-IC en todos los casos.

1.2.5 Cálculo del coeficiente β

El valor obtenido de P_0 para la subcuenca del Jiloca es en condiciones de humedad media del suelo.

El coeficiente β caracteriza la variabilidad regional de humedades del suelo al inicio del aguacero y sirve para calibrar el valor de umbral de escorrentía para la cuenca en estudio. Dicho coeficiente depende exclusivamente de la ubicación de la cuenca de estudio. Dicho coeficiente se toma del mapa elaborado para el método racional modificado de Témez.



A los efectos de los datos mostrados por el mapa se toma β de valor 2,10.

1.2.6 Umbral de escorrentía corregido para la subcuenca del Jiloca

$$P'_0 = \beta * P_0 = 2,10 * 25 = 52,5 \text{ mm/día}$$

1.2.7 Cálculo del coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía para el método racional modificado responde a la fórmula:

$$C = \frac{(P'_d - P'_0) \times (P'_d + 23P'_0)}{(P'_d + 11P'_0)^2}$$

Y para los valores de $P'_0 = 52,5mm/dia$ y $P'_d = 98mm/día$ se tiene:

C: Coeficiente de escorrentía de la subcuenca del Jiloca.	0,12
---	------

1.2.8 Cálculo de Intensidad media de precipitación en la subcuenca el Jiloca

Este parámetro, representa el valor medio de la precipitación caída sobre la subcuenca del Jiloca según el periodo de retorno considerado de 500 años y en función del tiempo de duración de la precipitación, el cual se tomará como el tiempo de concentración de la cuenca.

El valor de I se tomará conforme a la ecuación:

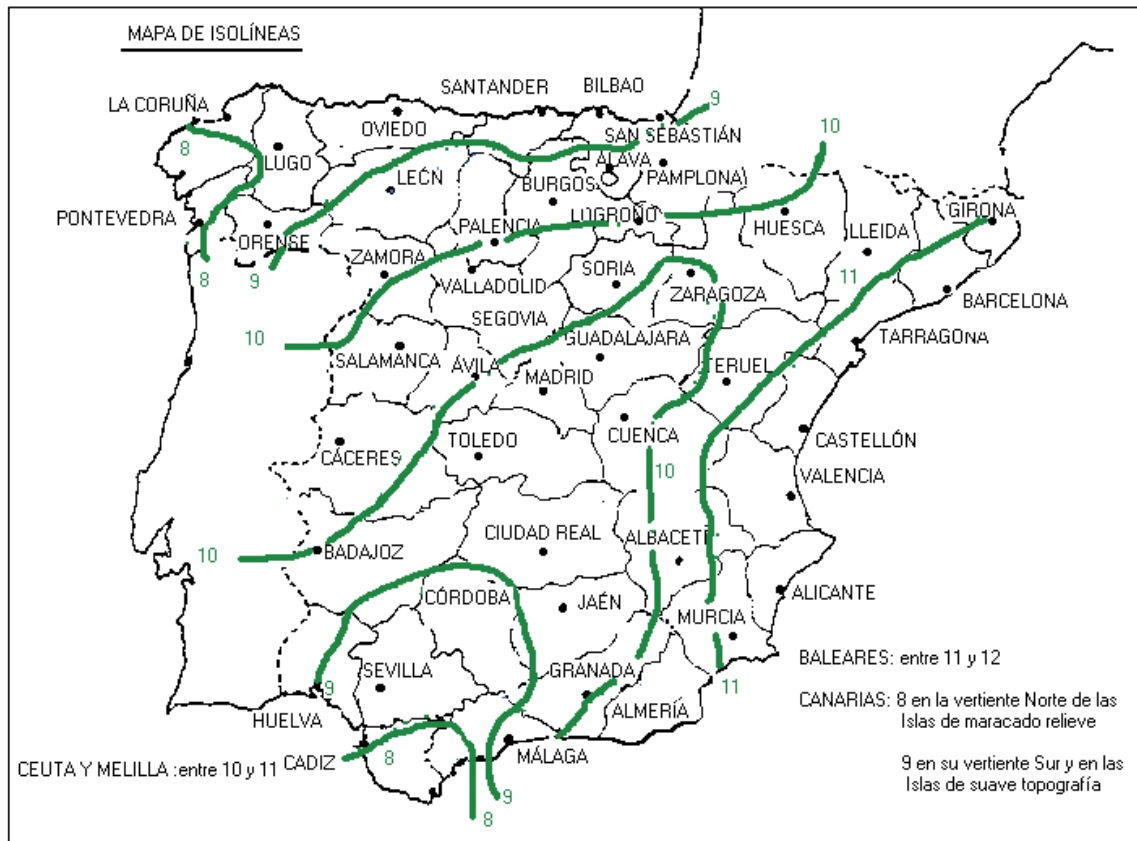
$$I = I_t = I_d \times \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

Con $t = T_{\text{Concentración de la subcuenca}} = 16,09$ horas.

$$I_d = \frac{P'_d}{24} = \frac{98}{24} = 6,320mm/h$$

$\frac{I_1}{I_d}$ =Relación de intensidad horaria e intensidad diaria ,sacada del mapa elaborado a tal efecto incluido en la Instrucción 5.2-IC,válido para el método racional modificado de Témez.

$\frac{I_1}{I_d}$ toma como valor, de acuerdo al mapa,10.



Mapa de isolíneas $\frac{I_1}{I_d}$ Instrucción 5.2-IC.

El valor de t , valor de duración de la tormenta, tomado como el tiempo de concentración de la cuenca en horas, tiene el valor, 16,09h.

I: Intensidad media de precipitación en la subcuenca el Jiloca.	6,32 mm/h
---	-----------

1.2.9 Cálculo del coeficiente de Uniformidad K para el M.R.M de Témez

Este coeficiente, función del tiempo de concentración de la cuenca, pretende corregir el error introducido por la asunción de la hipótesis de uniformidad temporal de la precipitación sobre la cuenca, a medida que crece el tamaño de la cuenca. Responde a la siguiente formulación:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

Con T_c de valor 16,09 horas

El valor del coeficiente de uniformidad para la subcuenca del Jiloca toma el valor de 1,69.

1.2.10 Cálculo del caudal de avenida para la subcuenca del Jiloca

Con los datos recogidos en los apartados anteriores se pasa finalmente a calcular el caudal de avenida asociado a un periodo de retorno de 500 años para la subcuenca del Jiloca.

$$Q = \frac{C * I * A}{3,6} * K = \frac{0,12 * 6,32 * 2597}{3,6} * 1,69 = 924 \frac{m^3}{s}$$

1.3 Conclusión acerca del caudal de avenida para el río Jiloca en la subcuenca del Jiloca

Si bien este caudal refleja el caudal punta recogido por la subcuenca hidrográfica del Jiloca durante la tormenta con periodo de retorno de 500 años, la realidad es que el cauce principal del Jiloca está sujeto a un aprovechamiento del agua muy intenso por los regadíos constituidos por las explotaciones agrarias de cultivos herbáceos extensivos (cereales de invierno, maíz, alfalfa, girasol) y también por las explotaciones de algunas fábricas de pequeño tamaño ubicadas en los municipios que atraviesa.

El aprovechamiento de los regadíos está estructurado por acequias de gran capacidad y longitud, que van tomando el agua del río conforme éste pierde cota, y que se interconectan entre sí dando lugar a un "mecanismo" de aprovechamiento del agua en "cascada", de tal manera que el recurso no utilizado en cada una de las zonas puede serlo en la siguiente.

En el periodo 1.971 – 1.975, la Confederación Hidrográfica del Ebro, con cargo a la Dirección General de Obras hidráulicas, redacta el "Plan de aprovechamiento integral y regulación de avenidas del río Jalón y afluentes" en el que se contemplaban un conjunto de actuaciones a realizar en la cuenca del Jalón y en la subcuenca del Jiloca, actuaciones de las que solo se ha llevado a cabo la reciente construcción del embalse de Lechago (2013), el cual regula el único afluente del Jiloca, el río Pancrudo, ambos dentro de la subcuenca del Jiloca.

Sin embargo la mayoría de las acequias que actualmente riegan el valle del Jiloca permanecen en el estado actual desde finales del siglo XIX y por ello con escasa regulación y modernización, contribuyendo a reducir drásticamente el caudal del Jiloca durante las avenidas a lo largo de sus tramos alto, medio y bajo hasta su desembocadura en el Jalón cerca de Calatayud.

1.4 Criterio de cálculo del caudal de diseño del río Jiloca para el tramo afectado por el proyecto

Para la obtención de un dato realista del caudal que transporta el río Jiloca y el nivel que puede alcanzar en el tramo que pasa por Burbaguena, vista la complejidad de la red de acequias de regadíos de la subcuenca del Jiloca se optó por un análisis de los datos aportados por el SAIH, Sistema Automático de Información Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

1.4.1 Toma de Datos

Para ello se recurrió a la toma de datos de la estación de aforo de ríos, aguas arriba del tramo de río que pasa por burbaguena más inmediata y a la toma de datos de la estación de aforo de ríos, aguas abajo del tramo de río que pasa por burbaguena más inmediata. Ver Series estadísticas.

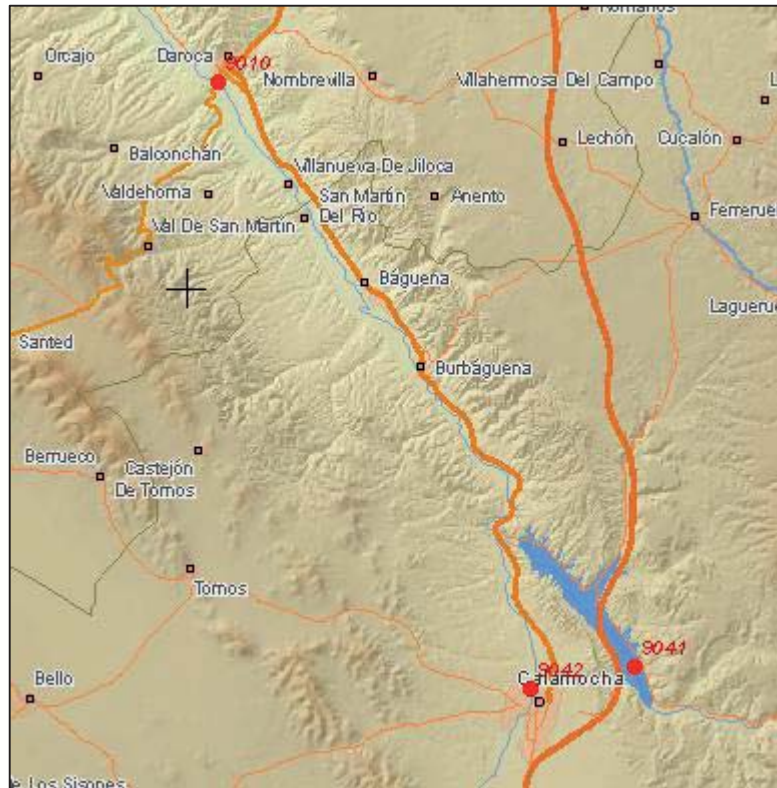
Se obtuvieron los datos:

- Para la estación 9010 Daroca, aguas abajo de Burbaguena.
 - De las estadísticas de caudales máximos medios diarios anuales de la serie histórica 1912-2012 se obtuvo como máximo caudal de avenida $80 \frac{m^3}{s}$.
 - De las estadísticas de caudales máximos instantáneos del año de la serie histórica 1973-2012 se obtuvo como máximo caudal de avenida $78,40 \frac{m^3}{s}$.
- Para la estación 9042 Calamocha, aguas arriba de Burbaguena y aguas arriba de la aportación del río Pancrudo aún sin la regulación del embalse de Lechago.
 - De las estadísticas de caudales máximos medios diarios anuales de la serie histórica 1931-2012 se obtuvo como máximo caudal de avenida $72,00 \frac{m^3}{s}$.
 - De las estadísticas de caudales máximos instantáneos del año de la serie histórica 1973-2012 se obtuvo como máximo caudal de avenida $34,10 \frac{m^3}{s}$.

Estación de Aforo	Caudal máximo medio	Caudal máximo instantáneo
Daroca 9010	80	78,40
Calamocha 9042	72,00	34,10

1.4.2 Conclusión del caudal de avenida del río Jiloca en tramo de Proyecto

A la vista de los caudales máximos mostrados en las dos estaciones entre las que se encuentra el tramo de río donde se encuentra el proyecto.



Recorte del SAIH. Tramo de río en estudio

Se aclaran las siguientes conclusiones.

1º El río Pancrudo aporta un caudal importante al río Jiloca, dándose caudales mayores aguas abajo de Calamocha, en Daroca, a pesar de todas las pérdidas que sufre el río a través de las acequias de regadío en el tramo del Jiloca Lechago-Daroca, posible motivo por el que se decidió la regulación del Pancrudo.

2º Se toma como caudal de avenida del Jiloca en el tramo Lechago-Calamocha el caudal máximo medio registrado en la estación de Daroca en las avenidas de 1951 y 1952, de valor $80 \frac{m^3}{s}$.

3º El valor adoptado como caudal de avenida del Jiloca en el tramo Lechago-Daroca está del lado de la seguridad debido a que el caudal aportado es aguas abajo del actual embalse de Lechago en una época previa a la construcción del embalse de Lechago y la regulación del Pancrudo.

Máximo Caudal de avenida del río Jiloca tramo Lechago-Daroca	80 m ³ /sg
--	-----------------------

2.1 Cálculo del nivel del río para el caudal de avenida de proyecto

Obtenido el caudal de avenida del río Jiloca a su paso por Burbáguena en el tramo Lechago-Daroca, de valor $80 \frac{m^3}{s}$ se procede a obtener la altura de la lámina de agua del río.

A tal efecto se procedió a obtener del modelo digital MDT 05 Lidar referido a la ubicación del presente proyecto, producto del IGN, el perfil del terreno según el eje ortogonal al eje del río de acuerdo al eje del nuevo puente de Burbáguena objeto de los estudios del presente proyecto.

El flujo de trabajo que se ha seguido para obtener la altura de la lámina libre del río consiste:

$$\text{Caudal} \rightarrow (\text{Fórmula}) \rightarrow \text{Velocidad} \rightarrow \frac{\text{Caudal}}{\text{Velocidad}} = \text{Sección} \rightarrow \text{Altura}$$

Para el cálculo de la velocidad del agua en la sección del cauce en estudio se utilizó la fórmula de Chezy para secciones de cauces o canales:

$$v = C * \sqrt{R * S}$$

V: Velocidad media del agua en m/s

R: Radio hidráulico de la sección de cauce en estudio = $\frac{\text{Sección mojada}}{\text{Perímetro mojado}}$

S: Pendiente del cauce en la sección de estudio

C: Coeficiente de Chezy

El valor C más extendido en la bibliografía surge de aplicar la fórmula de Manning para calcularlo, así $C = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}}$, siendo n el coeficiente de Manning tabulado y R el radio hidráulico del cauce.

El valor de S, se obtuvo de un mapa de pendientes del terreno, resultado de aplicar un análisis del terreno/pendientes en el MDT 05 Lidar de la zona de ubicación del proyecto a través del software SIG Qgis.

Pendiente sección cauce Nuevo Puente Burbáguena	0,02
---	------

Valores del coeficiente <i>n</i> de rugosidad de Manning	
a) Canales sin vegetación	
Sección transversal uniforme, alineación regular sin guijarros ni vegetación, en suelos sedimentarios finos	0,016
Sección transversal uniforme, alineación regular, sin guijarros ni vegetación, con suelos de arcilla duros u horizontes endurecidos	0,018
Sección transversal uniforme, alineación regular, con pocos guijarros, escasa vegetación, en tierra franca arcillosa	0,020
Pequeñas variaciones en la sección transversal, alineación bastante regular, pocas piedras, hierba fina en las orillas, en suelos arenosos y arcillosos, y también en canales recién limpiados y rastrillados	0,0225
Alineación irregular, con ondulaciones en el fondo, en suelo de grava o esquistos arcillosos, con orillas irregulares o vegetación	0,025
Sección transversal y alineación irregulares, rocas dispersas y grava suelta en el fondo, o con considerable vegetación en los márgenes inclinados, o en un material de grava de hasta 150 mm de diámetro	0,030
Canales irregulares erosionados, o canales abiertos en la roca	0,030
(b) Canales con vegetación	
Gramíneas cortas (50-150 mm)	0,030-0,060
Gramíneas medias (150-250 mm)	0,030-0,085
Gramíneas largas (250-600 mm)	0,040-0,150
(c) Canales de corriente natural	
Limpios y rectos	0,025-0,030
Sinuosos, con embalses y bajos	0,033-0,040
Con muchas hierbas altas, sinuosos	0,075-0,150

Fuente Food and Agricultural organization of the United Nations.

La fórmula de Chezy, tras la introducción del coeficiente C calculado por Manning queda en la forma:

$$v\left(\frac{m}{s}\right) = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S}$$

El coeficiente de manning, de acuerdo a las condiciones de corriente natural de avenida, portante de abundantes sólidos en suspensión, ramas y materia vegetal arrastrada se tomará $n= 0,040$ de acuerdo a la bibliografía referida.

De esta manera quedan definidos los parámetros invariables:

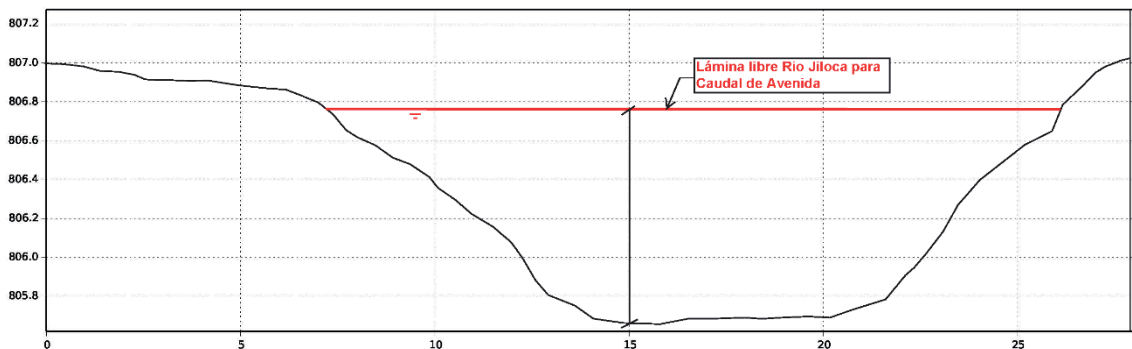
Caudal	80 m ³ /s
Pendiente cauce en sección Puente	0,02
n, Coeficiente de Manning	0,040

Finalmente se procede a la resolución de la ecuación que formula el problema, de forma:

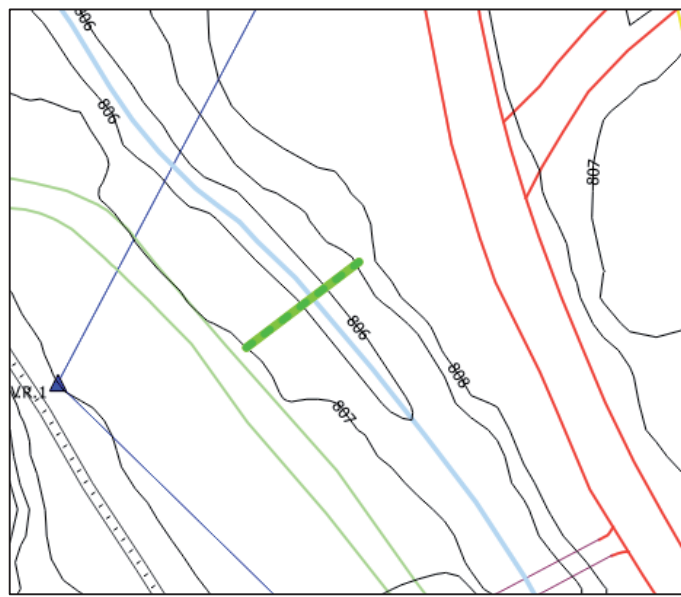
$$80 \frac{m^3}{s} = Sección\ mojada\ (m^2) * \frac{1}{0,040} * R(m)^{\frac{2}{3}} * \sqrt{0,02}$$

Se trata de un problema iterativo convergente, de índole geométrico puesto que el radio hidráulico es función del perímetro mojado y de la sección mojada del cauce. La solución se dedujo de un proceso iterativo haciendo uso del perfil del terreno obtenido del software QGIS pasado a formato CAD para el cálculo automatizado de la sección y perímetros mojados del cauce (entendido como poligonal) para diferentes niveles de la lámina de agua (cerrando la poligonal y generando diferentes poligonales cerradas) y comprobando el correspondiente ajuste de cada posible opción mediante una hoja Excel con la expresión arriba mostrada vertebradora del problema, hasta dar con la lámina de agua solución del problema.

Perímetro mojado cauce Jiloca	24,13 m
Sección mojada cauce Jiloca	23,09 m ²
Radio Hidráulico	0,958
Velocidad del agua	3,42 m/s
Altura lámina de agua	1,11 m



Perfil río Jiloca tramo lechago-Daroca. Sección de paso Nuevo puente de Burbáguena para máximo caudal de avenida.



Recorte de topografía. Perfil del río Jiloca en planta

2.2 Cálculo del gálibo del nuevo puente de Burbáguena

De acuerdo a la instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial”, en relación con la posibilidad de interrupción del funcionamiento de la carretera, el máximo nivel de la lámina de agua deberá guardar, respecto de la superficie inferior de la plataforma de aquella un resguardo mínimo de 0 cm, en virtud de que es un vía que se prevé con baja intensidad media diaria, $IMD < 250$.

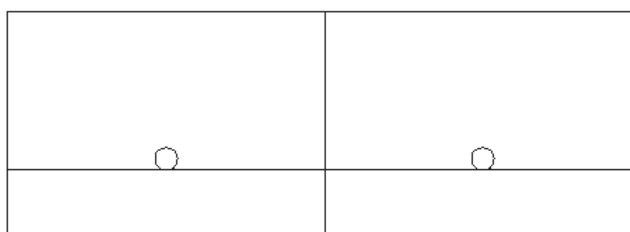
Sin embargo se asume para este proyecto un resguardo de 30 cm, haciendo un gálibo de 30 cm sobre el nivel del agua y una altura máxima del puente sobre el cauce de 1,31 m.

2.3 Elementos de drenaje longitudinales

Debido a la baja luz del tablero inferior a 40 metros y a la situación del puente sobre un cauce natural de vertido de pluviales, el río Jiloca, se dispondrán las siguientes medidas:

-Se dará un peralte transversal a la capa de firme del 2% en todo el trazado longitudinal del puente.

-Se dispone la instalación de pretils con sumideros laterales formados por tubos de PVC embebidos en el pretil de 75 mm de diámetro cada 5 m.



Además se destaca que las escorrentías de las lluvias que provengan de los márgenes del río irán a parar de manera natural a este por la inclinación natural del terreno y solo discurrirán por el tablero del puente las escorrentías procedentes de la precipitación caída directamente sobre el debido a la inclinación nula dada al tablero por razones topográficas.

3. Seguridad frente a la socavación de las zapatas del puente

La socavación consiste en la erosión del lecho y márgenes del cauce del río por el paso de la corriente del agua que va rozando y arrastrando el terreno. La socavación se puede presentar como una erosión general de la sección del cauce o como una erosión localizada en pilas o estribos ubicados dentro del cauce.

Este fenómeno puede llegar a descalzar las caras inferiores de las zapatas, produciendo una socavación de fondo o descalzar los pies de las laderas que convergen al cauce del río produciendo deslizamientos de taludes por el pie o erosionar los márgenes del río hasta dejar al descubierto las zapatas allí cimentadas y acabar descalzando las caras inferiores de las zapatas poniendo en riesgo la seguridad del puente.

En el caso concreto de este proyecto las cimentaciones de las zapatas se encuentran fuera del cauce del río, por lo que el estudio se centra en encontrar la máxima erosión del cauce por socavación general durante la máxima crecida del río por avenida calculada para el máximo caudal de avenida del río Jiloca en el tramo Lechago-Daroca presentado en los apartados anteriores del presente anejo.

Para el cálculo de la socavación general se tomará el criterio de Lischtván-Levediev. Dicho criterio está indicado para el cálculo de la erosión general transitoria producida por una avenida de caudal fijado sobre el lecho de una sección de un río. Los estudios llevados a cabo para el contraste de este método existentes en la bibliografía demuestran que los pronósticos de erosión general arrojados son con generalidad fiables sino conservadores.

El método responde a la ecuación:

$$y' = 0,333 * q^{0,710} * D_{50}^{-0,199}$$

Con: $D_{50}(\text{m})$ =Tamaño de tamíz que deja pasar el 50% en peso.

$q \left(\frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right)$ =Caudal unitario de la avenida en la sección de estudio entendido como caudal de la avenida dividido por el ancho de la sección mojada del cauce para el caudal de avenida.

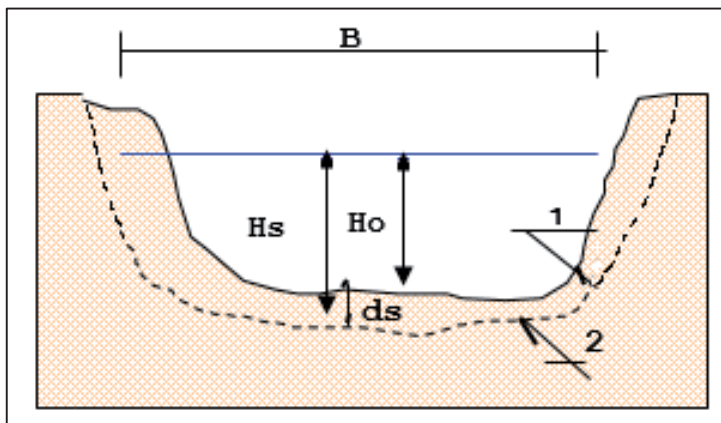
De acuerdo al terreno aluvial de gravas cuarcíticas englobadas en una matriz limo-arcillosa por el que transcurre el Jiloca y teniendo en cuenta que el tamaño de las gravas está tipificado como oscilante entre 2 y 64mm se asume un D_{50} representativo de este suelo de 50 mm.

Por otro lado se asume un ancho de la sección mojada del cauce para el máximo caudal de avenida, de 15 metros ligeramente inferior al real del lado de la seguridad, puesto que a cauces más estrechos mayor capacidad erosiva de la avenida.

$$y' = 0,333 * \left(\frac{80}{15}\right)^{0,710} * 0,05^{-0,199} = 1,98 \text{ m}$$

La profundidad de socavación máxima en el lecho del cauce resultará de 1,98 metros, del lado de la seguridad.

El planteamiento seguido para el diseño a seguridad a socavación de la estructura consiste en asumir la erosión general calculada para el lecho del cauce aplicado en todo el contorno de la sección mojada, asumiendo una erosión equivalente en el lecho y en las márgenes del cauce.



Perímetro de erosión general para todo el cauce del lado de la seguridad

Se asume que la seguridad a la erosión general transitoria por la máxima avenida de proyecto, cubre los efectos nocivos de la posible erosión general evolutiva para cauces normales del río Jiloca, en virtud de que se trata de un río viejo con un perfil definido y caudales en régimen de explotación normal regulados por el nuevo embalse de Lechago muy alejados del máximo caudal de avenida.

Se destaca por último que debido a las pendientes del orden del 3-5% de los márgenes del río las cimentaciones de las zapatas no se verán comprometidas por el fenómeno de socavación del pie de ladera y deslizamiento.

Dimensiones asumidas a efectos de seguridad a socavación

De acuerdo a la profundidad de socavación calculada para la máxima avenida del río Jiloca en el tramo Lechago-Daroca repetida a lo largo de todo el perímetro mojado de la sección de estudio para el Nuevo puente de Burbáguena, se concluye que se dejará como mínimo una distancia de 2,5 metros, del lado de la seguridad cubriendo los efectos conjuntos de la erosión general transitoria y evolutiva, entre la cara lateral vertical de la zapata más próxima al cauce y la vertical tirada por el punto de contacto de la lámina de agua con el terreno para el caudal de máxima avenida calculado en la sección de estudio del Nuevo Puente de Burbáguena, en ambas zapatas en los márgenes del río.



Zona de actuación de estudio de la socavación sobre las zapatas del puente

Datos de caudal máximo instantáneo del año en m³/s para estaciones de aforo en ríos

Estación	Año	Fecha	Caudal m ³ /s
9010	1912-1913	--	-
9010	1913-1914	--	-
9010	1914-1915	--	-
9010	1915-1916	--	-
9010	1916-1917	--	-
9010	1917-1918	--	-
9010	1918-1919	--	-
9010	1919-1920	--	-
9010	1920-1921	--	-
9010	1921-1922	--	-
9010	1922-1923	--	-
9010	1923-1924	--	-
9010	1924-1925	--	-
9010	1925-1926	--	-
9010	1926-1927	--	-
9010	1927-1928	--	-
9010	1928-1929	--	-
9010	1929-1930	--	-
9010	1930-1931	--	-
9010	1931-1932	--	-
9010	1932-1933	--	-
9010	1933-1934	--	-
9010	1934-1935	--	-
9010	1935-1936	--	-
9010	1936-1937	--	-
9010	1937-1938	--	-
9010	1938-1939	--	-
9010	1939-1940	--	-
9010	1940-1941	--	-
9010	1941-1942	--	-
9010	1945-1946	--	-
9010	1946-1947	--	-
9010	1947-1948	--	-
9010	1948-1949	--	-
9010	1949-1950	--	-
9010	1950-1951	--	-
9010	1951-1952	--	-
9010	1952-1953	--	-
9010	1953-1954	--	-
9010	1954-1955	--	-
9010	1955-1956	--	-
9010	1956-1957	--	-
9010	1957-1958	--	-
9010	1958-1959	--	-
9010	1959-1960	--	-
9010	1960-1961	--	-
9010	1961-1962	--	-
9010	1962-1963	--	-

9010	1963-1964	--	-
9010	1964-1965	--	-
9010	1965-1966	--	Anejo IV:Hidrología e hidráulica
9010	1966-1967	--	-
9010	1967-1968	--	-
9010	1968-1969	--	-
9010	1969-1970	--	-
9010	1970-1971	--	-
9010	1971-1972	--	-
9010	1972-1973	--	-
9010	1973-1974	23/03/1974	14,00
9010	1974-1975	20/04/1975	24,60
9010	1975-1976	29/08/1976	14,00
9010	1976-1977	19/05/1977	27,80
9010	1977-1978	24/05/1978	9,36
9010	1978-1979	29/08/1979	50,58
9010	1979-1980	27/10/1979	17,03
9010	1980-1981	02/08/1981	11,98
9010	1981-1982	18/05/1982	19,25
9010	1982-1983	25/06/1983	11,55
9010	1983-1984	15/05/1984	15,55
9010	1984-1985	14/11/1984	9,00
9010	1985-1986	/09/1986	78,40 *
9010	1986-1987	/01/1987	8,00
9010	1987-1988	/06/1988	29,12
9010	1988-1989	/08/1989	11,80
9010	1989-1990	/06/1990	14,05
9010	1990-1991	04/09/1991	24,03
9010	1991-1992	20/05/1992	6,33
9010	1992-1993	--	-
9010	1993-1994	30/11/1993	5,39 *
9010	1994-1995	09/08/1995	11,83
9010	1995-1996	--	-
9010	1996-1997	09/01/1997	7,54
9010	1997-1998	16/07/1998	15,52
9010	1998-1999	20/07/1999	21,58
9010	1999-2000	10/05/2000	6,74
9010	2000-2001	27/01/2001	2,60
9010	2001-2002	24/08/2002	12,70
9010	2002-2003	08/05/2003	50,28
9010	2003-2004	06/05/2004	22,04
9010	2004-2005	01/08/2005	7,12
9010	2005-2006	24/06/2006	47,48
9010	2006-2007	02/04/2007	16,45
9010	2007-2008	11/06/2008	13,17
9010	2008-2009	10/08/2009	22,50 *
9010	2009-2010	19/04/2010	9,72
9010	2010-2011	16/03/2011	8,23
9010	2011-2012	28/02/2012	2,88

* Máximo valor de año incompleto o valor corregido / completado de publicaciones oficiales antiguas. En los valores corregidos pueden existir discrepancias con los datos máximos mensuales.

Datos de caudal máximo medio diario del año e3 m/ps para estacio3es de aforo e3 ríos

Estació3	Año	Fecha	Caudal m/ps
9010	1912-1913	0940941913	195067
9010	1913-1918	0940641918	8502
9010	1918-1916	0940/41916	315007
9010	1916-191/	2,4024191/	12508
9010	191/-191,	0*4084191,	1/53
9010	191,-191*	034104191,	1650
9010	191*-1919	2140641919	19506
9010	1919-1920	1341041919	2952
9010	1920-1921	2840,41921	295007
9010	1921-1922	3040,41922	18501
9010	1922-1923	3140*41923	3050
9010	1923-1928	3040341928	3/5007
9010	1928-1926	1*40/41926	115*
9010	1926-192/	124094192/	225007
9010	192/-192,	2940/4192,	835007
9010	192,-192*	2940/4192*	3*5007
9010	192*-1929	2,40,41929	285007
9010	1929-1930	2940/41930	,*5007
9010	1930-1931	1,41241930	135007
9010	1931-1932	40/41932	65007
9010	1932-1933	--	-
9010	1933-1938	40141938	9500
9010	1938-1936	--	-
9010	1936-193/	4064193/	12506
9010	193/-193,	40/4193,	1,506
9010	193,-193*	--	-
9010	193*-1939	--	-
9010	1939-1980	--	-
9010	1980-1981	40641981	95007
9010	1981-1982	--	-
9010	1986-198/	124064198/	/25007
9010	198/-198,	1340*4198,	365007
9010	198,-198*	1040/4198*	,,5007
9010	198*-1989	3040941989	9500
9010	1989-1960	1140941960	26526
9010	1960-1961	0*40941961	*0500
9010	1961-1962	0/40*41962	*0500
9010	1962-1963	2040/41963	83500
9010	1963-1968	1640641968	,950
9010	1968-1966	3140,41966	8350
9010	1966-196/	2,4064196/	,950
9010	196/-196,	1*40/4196,	,950
9010	196,-196*	134104196,	61500
9010	196*-1969	0840*41969	68520
9010	1969-19/0	2940,419/0	*0500
9010	19/0-19/1	1240*419/1	36506
9010	19/1-19/2	26409419/2	30500
9010	19/2-19/3	18410419/2	295*

9010	19/ 3-19/ 8	22402419/ 8	930
9010	19/ 8-19/ 6	0, 403419/ 6	856
9010	19/ 6-19/ /	23401419/ 7	4150
9010	19/ / -19/ ,	20401419/ ,	650
9010	19/ , -19/ *	1* 411419/ ,	930
9010	19/ *-19/ 9	29408419/ 9	3256
9010	19/ 9-19, 0	0/ 401419, 0	2256
9010	19, 0-19, 1	19406419, 1	2850
9010	19, 1-19, 2	21409419, 2	2* 50
9010	19, 2-19, 3	0640/ 419, 3	8356
9010	19, 3-19, 8	23403419, 8	1253
9010	19, 8-19, 6	1140/ 419, 6	1956
9010	19, 6-19, /	0/ 402419, /	, 58
9010	19, / -19, ,	16401419, ,	2356
9010	19, , -19, *	28406419, *	* 52
9010	19, *-19, 9	0140/ 419, 9	2/ 53
9010	19, 9-19* 0	0, 408419* 0	95/
9010	19* 0-19* 1	13402419* 1	652
9010	19* 1-19* 2	1/ 402419* 2	85,
9010	19* 2-19* 3	2, 402419* 3	85*
9010	19* 3-19* 8	16406419* 8	* 53
9010	19* 8-19* 6	18411419* 8	, 5,
9010	19* 6-19* /	2, 406419* /	1351
9010	19* / -19* ,	31401419* ,	, 50
9010	19* , -19* *	20401419* *	, 56
9010	19* *-19* 9	26406419* 9	, 59
9010	19* 9-1990	1040941990	1256
9010	1990-1991	1/ 40841991	1056
9010	1991-1992	0841241991	6526
9010	1992-1993	0941141992	3507
9010	1993-1998	3041141993	6597
9010	1998-1996	0/ 40341996	158
9010	1996-199/	2, 40, 4199/	2517
9010	199/ -199,	094014199,	659
9010	199, -199*	1/ 40, 4199*	1053
9010	199* -1999	2040, 41999	1656
9010	1999-2000	1040642000	358
9010	2000-2001	2/ 40142001	258
9010	2001-2002	2840* 42002	35,
9010	2002-2003	0* 40642003	3952
9010	2003-2008	0/ 40642008	1* 53
9010	2008-2006	0641142008	3507
9010	2006-200/	1641142006	3507
9010	200/ -200,	024084200,	1053
9010	200, -200*	1240/ 4200*	, 59
9010	200* -2009	1040* 42009	1, 597
9010	2009-2010	1940842010	* 5*
9010	2010-2011	1, 40342011	* 58
9010	2011-2012	0/ 40342012	25/

7 Máximo valor de año incompleto o valor corregido 4 completado de publicaciones oficiales antiguas. En los valores corregidos pueden existir discrepancias con los datos máximos mensuales.

Datos de caudal máximo instantáneo del año en m³/s para estaciones de aforo en ríos

Estación	Año	Fecha	Caudal m ³ /s
901 2	- 9304 93- 2	4/2/2	42
901 2	- 93- 4 93 2	4/2/2	42
901 2	- 93 4 9332	4/2/2	42
901 2	- 9334 9312	4/2/2	42
901 2	- 9314 9352	4/2/2	42
901 2	- 9354 9362	4/2/2	42
901 2	- 9364 9372	4/2/2	42
901 2	- 9104 91- 2	4/2/2	42
901 2	- 91- 4 91 2	4/2/2	42
901 2	- 9164 9172	4/2/2	42
901 2	- 9174 9182	4/2/2	42
901 2	- 9184 9192	4/2/2	42
901 2	- 9194 9502	4/2/2	42
901 2	- 9504 95- 2	4/2/2	42
901 2	- 95- 4 95 2	4/2/2	42
901 2	- 95 4 9532	4/2/2	42
901 2	- 9534 9512	4/2/2	42
901 2	- 9514 9552	4/2/2	42
901 2	- 9554 9562	4/2/2	42
901 2	- 9564 9572	4/2/2	42
901 2	- 9574 9582	4/2/2	42
901 2	- 9584 9592	4/2/2	42
901 2	- 9594 9602	4/2/2	42
901 2	- 9604 96- 2	4/2/2	42
901 2	- 96- 4 96 2	4/2/2	42
901 2	- 96 4 9632	4/2/2	42
901 2	- 9634 9612	4/2/2	42
901 2	- 9614 9652	4/2/2	42
901 2	- 9654 9662	4/2/2	42
901 2	- 9664 9672	4/2/2	42
901 2	- 9674 9682	4/2/2	42
901 2	- 9684 9692	4/2/2	42
901 2	- 9694 9702	4/2/2	42
901 2	- 9704 97- 2	4/2/2	42
901 2	- 97- 4 97 2	4/2/2	42
901 2	- 97 4 9732	0/2/ - /2 9732	- 0,0 2
901 2	- 9734 9712	30/2/1/2 9712	6, 62
901 2	- 9714 9752	- 6/2/6/2 9752	8,362
901 2	- 9754 9762	9/2/8/2 9762	7,802
901 2	- 9764 9772	- 0/2/ - /2 9772	5,382
901 2	- 9774 9782	09/2- /2 9772	5,612
901 2	- 9784 9792	9/2/8/2 9792	5, 02
901 2	- 9794 9802	7/2 0/2 9792	7,0 2
901 2	- 9804 98- 2	0 /2 - /2 9802	5,782
901 2	- 98- 4 98 2	9/2/5/2 98 2	6,702
901 2	- 98 4 9832	/2/8/2 9832	6,752
901 2	- 9834 9812	0 /2/7/2 9812	6,392
901 2	- 9814 9852	/2- /2 9812	5,9- 22

Anejo IV: Hidrología e hidráulica

901 2	- 9854 9862	/29/2 9862	8,- 32
901 2	- 9864 9872	/23/2 9872	5,- - 2
901 2	- 9874 9882	/26/2 9882	4,152
901 2	- 9884 9892	/28/2 9892	- ,582
901 2	- 9894 9902	/29/2 9902	- ,932
901 2	- 9904 99- 2	05/29/2 99- 2	8,- 72
901 2	- 99- 4 99 2	3- /27/2 99 2	5,- 02
901 2	- 99 4 9932	3/2 0/2 99 2	1,092
901 2	- 9934 9912	6/2 /2 9912	,562
901 2	- 9914 9952	3/28/2 9952	3,1 2
901 2	- 9954 9962	6/27/2 9962	8,3 2
901 2	- 9964 9972	3/27/2 9972	3,912
901 2	- 9974 9982	- 3/25/2 9982	5,- 72
901 2	- 9984 9992	- 9/27/2 9992	33,692
901 2	- 9994 0002	03/2 0/2 9992	3,592
901 2	0004 00- 2	1/2 /2 0002	3,1 2
901 2	00- 4 00 2	1/28/2 00 2	- 8, 02
901 2	00 4 0032	3/28/2 0032	6,612
901 2	0034 0012	- 0/25/2 0012	6, 52
901 2	0014 0052	- 7/2- /2 0012	3,9- 2
901 2	0054 0062	3/27/2 0062	,982
901 2	0064 0072	30/23/2 0072	, 32
901 2	0074 0082	- /2 /2 0082	3,502
901 2	0084 0092	09/28/2 0092	31,- 02
901 2	0094 0- 02	- 7/21/2 0- 02	1,8 2
901 2	0- 04 0- - 2	3/2 /2 0- 02	1,172
901 2	0- - 4 0- 2	6/2- /2 0- 2	3,3 2

*El máximo valor de año incompleto y el valor corregido y completado de publicaciones oficiales antiguas. En los valores corregidos pueden existir discrepancias con los datos máximos mensuales.

Datos de caudal máximo medio diario del año e3 m/ps para estacio3es de aforo e3 ríos

Estació3	Año	Fecha	Caudal m/ps
901 2	- 9304 93- 2	422	42
901 2	- 93- 4 93 2	50652 93 2	78022
901 2	- 93 4 9332	422	42
901 2	- 9334 9312	50- 52 9312	, 8- 2
901 2	- 9314 9372	422	42
901 2	- 9374 93, 2	50* 52 93, 2	- 8022
901 2	- 93, 4 9362	422	42
901 2	- 9104 91- 2	422	42
901 2	- 91- 4 91 2	50 52 91 2	68022
901 2	- 91, 4 9162	422	42
901 2	- 9164 91* 2	422	42
901 2	- 91* 4 9192	422	42
901 2	- 9194 9702	422	42
901 2	- 9704 97- 2	- 150952 97- 2	* 8, 2
901 2	- 97- 4 97 2	0750* 52 97 2	6 802
901 2	- 97 4 9732	- 050- 52 9732	68 72
901 2	- 9734 9712	- 950352 9712	38 * 2
901 2	- 9714 9772	- 750* 52 9772	18 32
901 2	- 9774 97, 2	650752 97, 2	68 * 2
901 2	- 97, 4 9762	- 950, 52 9762	, 8, 2
901 2	- 9764 97* 2	- , 52 052 9762	, 8- 2
901 2	- 97* 4 9792	950952 9792	08 2
901 2	- 9794 9, 02	3050652 9, 02	37802
901 2	- 9, 04 9, - 2	952 052 9, 02	- * 8* 2
901 2	- 9, - 4 9, 2	952- 52 9, - 2	- 78 2
901 2	- 9, 4 9, 32	0752 052 9, 2	- * 8* 2
901 2	- 9, 34 9, 12	350, 52 9, 12	- * 8* 2
901 2	- 9, 14 9, 72	- 150352 9, 72	-- 8* 2
901 2	- 9, 74 9, , 2	- 50- 52 9, , 2	3 8 02
901 2	- 9, , 4 9, 62	0* 52 52 9, , 2	1802
901 2	- 9, 64 9, * 2	- * 52- 52 9, 62	3802
901 2	- 9, * 4 9, 92	950152 9, 92	9802
901 2	- 9, 94 9602	750- 52 9602	, 802
901 2	- 9604 96- 2	150952 96- 2	6892
901 2	- 96- 4 96 2	350952 96 2	30872
901 2	- 96 4 9632	0152- 52 96 2	68 02
901 2	- 9634 9612	3050152 9612	7802
901 2	- 9614 9672	- , 50, 52 9672	6802
901 2	- 9674 96, 2	0650 52 96, 2	7862
901 2	- 96, 4 9662	- 050 52 9662	3802
901 2	- 9664 96* 2	0952- 52 9662	18 2
901 2	- 96* 4 9692	3050, 52 9692	18- 2
901 2	- 9694 9* 02	652 052 9692	78 2
901 2	- 9* 04 9* - 2	952- 52 9* 02	38, 2
901 2	- 9* - 4 9* 2	0150, 52 9* 2	1802
901 2	- 9* 4 9* 32	* 50* 52 9* 32	3872
901 2	- 9* 34 9* 12	- , 50752 9* 12	38, 2
901 2	- 9* 14 9* 72	- 152- 52 9* 12	38 922

Anejo IV: Hidrología e hidráulica

901 2	- 9* 74 9* , 2	15095 9* , 2	18 - 2
901 2	- 9* , 4 9* 62	, 50 5 9* 62	8* 2
901 2	- 9* 64 9* * 2	0- 5065 9* * 2	4892
901 2	- 9* * 4 9* 92	0150* 5 9* 92	68 32
901 2	- 9* 94 9902	095095 9902	- 08, 2
901 2	- 9904 99- 2	- 75 05 9902	78 12
901 2	- 99- 4 99 2	3- 5065 99 2	38 2
901 2	- 99 4 9932	- , 5 05 99 2	- 8 2
901 2	- 9934 9912	* 5 05 9932	- 8 92
901 2	- 9914 9972	- 750- 5 9972	- 8- 2
901 2	- 9974 99, 2	- 50* 5 99, 2	8 2
901 2	- 99, 4 9962	050 5 9962	862
901 2	- 9964 99* 2	- , 50 5 99* 2	38 12
901 2	- 99* 4 9992	- 95065 9992	- 38 62
901 2	- 9994 0002	15075 0002	8 2
901 2	0004 00- 2	* 50 5 00- 2	8 2
901 2	00- 4 00 2	150* 5 00 2	- 0892
901 2	00 4 0032	350* 5 0032	18 02
901 2	0034 0012	-- 5075 0012	78* 2
901 2	0014 0072	015 5 0012	892
901 2	0074 00, 2	- 050- 5 00, 2	- 8- 2
901 2	00, 4 0062	0 5015 0062	- 8 2
901 2	0064 00* 2	750 5 00* 2	8 2
901 2	00* 4 0092	0950* 5 0092	- , 8 62
901 2	0094 0- 02	- 95015 0- 02	18 * 2
901 2	0- 04 0- - 2	35 5 0- 02	18 * 2
901 2	0- - 4 0- 2	35- 5 0- - 2	8* 2

/ 2 Máximo 2 valor 2 de 2 año 2 incompleto 2 2 valor 2 corregido 2 2 completado 2 le 2 publicaciones 2 oficiales 2 antiguas. 2 En 2 los 2 valores 2 corregidos 2 pueden existir 2 discrepancias 2 con 2 los 2 datos 2 máximos 2 mensuales.

Anejo V Dimensiones de Vehículos usuarios de la infraestructura

Los vehículos dedicados a la actividad agrícola y ganadera, principales usuarios de la nueva infraestructura proyectada, se distinguen en dos:

-Vehículos agrícolas y ganaderos sujetos a las dimensiones máximas de los vehículos para poder circular, como norma general, incluida la carga. Estas son:

- Longitud máxima: 12,00 metros
- Anchura máxima: 2,55 metros
- Altura máxima: 4,00 metros

Estas dimensiones serán también aquellas a las que están sujetas el resto de vehículos ordinarios de envergadura que pueden circular por las vías públicas, a saber, turismos, vehículos mixtos, camiones, autocares y autobuses, camiones tractores con semirremolque y camiones con remolque industrial convencional o vinculado a la actividad ganadera.

Son los principales vehículos usuarios de la infraestructura del transporte objeto de este proyecto.

-Vehículos especiales agrícolas, son aquellos que exceden por construcción a las normas sobre dimensiones máximas permitidas para los vehículos ordinarios.

Estos vehículos se ven representados por tractores agrícolas y ganaderos portadores, motocultores, tractocarros y sus remolques , útiles, aperos y otros equipos agrícolas montados, suspendidos o semisuspendidos en tractores o motocultores , así como maquinaria agrícola (Cosechadoras, sembradoras).

Son vehículos usuarios que si bien ejercen un uso minoritario de la infraestructura deben ser tenidos en cuenta en cuanto a dimensiones pues la posibilidad del uso de la infraestructura del presente proyecto por estos se manifiesta clave durante momentos puntuales de la actividad agrícola y ganadera de la región.






Para la obtención de la anchura de circulación de estos vehículos el Ministerio del Interior, a través de la publicación “Tractores” de la Dirección general de Tráfico define a modo de síntesis que la anchura máxima de los vehículos agrícolas coincidirá con la del vehículo parado, incluido la carga en su caso y además disminuida en la distancia desabatida del vehículo si este fuera abatible/desabatible. Además si los vehículos de maquinaria agrícola dispusieran de elementos desmontables, la anchura de circulación será la de la maquina agrícola con los elementos recogidos.

Ante la ausencia de dimensiones normalizadas para vehículos agrícolas especiales se presenta el estudio realizado para acotar las dimensiones máximas habituales de esta clase de vehículos. También se ha realizado un estudio de los vehículos utilizados en el transporte ganadero (Remolques ganaderos y cubas de purín).

1. Estudio de dimensiones máximas habituales en vehículos agrícolas especiales en el sector agrícola y ganadero Aragonés

1.1 Tractores Agrícolas-ganaderos especiales









Se presenta la muestra de tractores agrícolas y ganaderos realizada en un entorno de 100 Km a la redonda del municipio de Burbáguena.

	New Holland Bomer 35 - 2014 12 000 € 100 h - 40 cv - 4 RM - sincronizada - Muy buen estado - 5% - 5% - Tractor agrícola - Usado España (LL - Lerida) Añadir a mi selección
	Case IH 1055 - 1979 6 800 € 7467 h - 100 cv - 2 RM - sincronizada - Muy buen estado - 10% - 20% - Tractor agrícola - Usado España (LL - Lerida)
	Deutz-Fahr TTV630 - 2012 2100 h - 210 cv - 4 RM - transmisión continua - Muy buen estado - 600/70R30 - 50% - 650/65R42 - 50% - Tractor agrícola - Usado España (SO - Soria) Añadir a mi selección
	John Deere 3140 - 1980 8 700 € 2000 h - 100 cv - Buen estado - 10% - 10% - Tractor agrícola - Usado España (LL - Lerida)
	John Deere 2450 - 1988 8 000 € 6800 h - 70 cv - 2 RM - sincronizada - Muy buen estado - 10% - 10% - Tractor agrícola - Usado España (Z - Zaragoza)

Anejo V: Dimensiones de los vehiculos usuarios

	Landini GLOBUS 75 - 2000 17 000 € 6000 h - 75 cv - 4 RM - climatización - sincronizada - Buen estado - 90% - 40% - Tractor agrícola - Usado España (LL - Lerida)
	New Holland TM150 - 2000 35 000 € 11600 h - 150 cv - 4 RM - cargador, climatización, sistema de marcha atrás - full-powershift - Muy buen estado - 540/65R28 - 50% - 650/65/R38 - 25% - Tractor agrícola - Usado
	Same CORSARO 70 - 1984 5 500 € 8656 h - 70 cv - 2 RM - sincronizada - Buen estado - 20% - 30% - Tractor agrícola - Usado España (LL - Lerida)
	John Deere 3640 - 1987 11 000 € 11167 h - 112 cv - 4 RM - climatización - sincronizada - Buen estado - 70% - 20% - Tractor agrícola - Usado España (LL - Lerida)
	John Deere 4255 - 1990 18 000 € 7500 h - 147 cv - 4 RM - climatización - sincronizada - Buen estado - 40% - 40% - Tractor agrícola - Usado España (LL - Lerida)
	Massey Ferguson 6270 - 1997 16 000 € 5200 h - 115 cv - 4 RM - sincronizada - Muy buen estado - 10% - 10% - Tractor agrícola - Usado España (Z - Zaragoza) Añadir a mi selección
	Massey Ferguson 7465 - 2008 45 000 € 2550 h - 135 cv - 4 RM - reelevación av, toma de fuerza frontal, eje delantero amortiguado, freno de aire comprimido, climatización - transmisión continua - Muy buen estado - 520 85 R38 - 50% - 420 85 R 28 - 50% - Tractor agrícola - Usado España (HU - Huesca)
	Massey Ferguson 8460 - 2008 58 000 € 9500 h - 260 cv - 4 RM - eje delantero amortiguado, climatización - transmisión continua - Buen estado - 600 70 R 28 - 30% - 650 85 R 38 - 30% - Tractor agrícola - Usado España (HU - Huesca)

Anejo V: Dimensiones de los vehiculos usuarios

	Massey Ferguson 65 - 1991 2 000 € 25805 h - 60 cv - 2 RM - sincronizada - Estado mediano - 30% - 35% - Tractor agricola - Usado España (Z - Zaragoza)
	John Deere 2850 - 1995 9 000 € 8200 h - 90 cv - 2 RM - sincronizada - Buen estado - 10% - 35% - Tractor agricola - Usado España (Z - Zaragoza)
	Same 110 laser - 1990 9 000 € 15865 h - 110 cv - 4 RM - sincronizada - Buen estado - 30% - 35% - Tractor agricola - Usado España (Z - Zaragoza) Añadir a mi selección
	John Deere 4240 - 1980 8 000 € 12200 h - 120 cv - 2 RM - sincronizada - Buen estado - 10% - 30% - Tractor agricola - Usado España (Z - Zaragoza)
	Ford 6640 - 1995 17 000 € 9500 h - 85 cv - 4 RM - cargador, climatización - semi-powershift - Buen estado - 420 70 R 38 - 10% - 320 70 R 28 - 10% - Tractor agricola - Usado España (HU - Huesca)
	Kubota M 7950 DT - 1991 12 000 € 7259 h - 81 cv - 4 RM - cargador - sincronizada - Buen estado - 12.4R24 - 0% (Neumático nuevo) - 18.4R30 - 0% (Neumático nuevo) - Tractor agricola - Usado España (HU - Huesca)
	Fendt 716 VARIO - 2004 42 000 € 9200 h - 165 cv - 4 RM - eje delantero amortiguado, climatización - transmisión continua - Buen estado - 540 65 R 28 - 25% - 650 65 R 38 - 25% - Tractor agricola - Usado España (HU - Huesca)
	Massey Ferguson 8110 - 1999 22 000 € 9000 h - 140 cv - 4 RM - climatización - semi-powershift - Buen estado - 480 70 R 28 - 25% - 580 70 r 38 - 25% - Tractor agricola - Usado España (HU - Huesca)

Anejo V: Dimensiones de los vehiculos usuarios



Kubota M 7950 DT - 1991

12 000 €

7259 h - 81 cv - 4 RM - cargador - sincronizada - Buen estado - 12.4R24 - 0% (Neumático nuevo) - 18.4R30 - 0% (Neumático nuevo) - Tractor agrícola - Usado

España (HU - Huesca)



Fendt 716 VARIO - 2004

42 000 €

9200 h - 165 cv - 4 RM - eje delantero amortiguado, climatización - transmisión continua - Buen estado - 540 65 R 28 - 25% - 650 65 R 38 - 25% - Tractor agrícola - Usado

España (HU - Huesca)



Massey Ferguson 8110 - 1999

22 000 €

9000 h - 140 cv - 4 RM - climatización - semi-powershift - Buen estado - 480 70 R 28 - 25% - 580 70 r 38 - 25% - Tractor agrícola - Usado

España (HU - Huesca)



John Deere 2850 - 2000

13 000 €

10000 h - 95 cv - Buen estado - 15% - 15% - Tractor agrícola - Usado

España (LL - Lerida)



Fendt 718 VARIO TMS - 2009

55 000 €

10500 h - 188 cv - 4 RM - cargador, eje delantero amortiguado, climatización - transmisión continua - Muy buen estado - 540/65/R30 - 75% - 650/65/R42 - 15% - Tractor agrícola - Usado

España (HU - Huesca)



John Deere 4955 DT - 1989

9800 h - 220 cv - 4 RM - climatización - Buen estado - 710-70-38 - 80% - 710-70-38 - 80% - Tractor agrícola - Usado

España (Z - Zaragoza)

[Añadir a mi selección](#)



John Deere 6920 - 2003

38 000 €

7800 h - 150 cv - 4 RM - eje delantero amortiguado, climatización - semi-powershift - Muy buen estado - 16,9R28 - 95% - 520,85R38 - 75% - Tractor agrícola - Usado

España (LL - Lerida)





Case IH 4240 - 1995

8 000 €

7500 h - 100 cv - 4 RM - Hi-lo - Muy buen estado - 90% - 50% - Tractor agrícola - Usado

España (Z - Zaragoza)

Anejo V: Dimensiones de los vehiculos usuarios

	John Deere 8320 - 2002 63 000 € 7400 h - 259 cv - 4 RM - climatización - full-powershift - Muy buen estado - 710/85R38 - 30% - 600/65R28 - 30% - Tractor agrícola - Usado España (HU - Huesca) Añadir a mi selección
	Massey Ferguson 290 - 1989 9 200 € 3000 h - 90 cv - 2 RM - cargador - sincronizada - Muy buen estado - 30% - 30% - Tractor agrícola - Usado España (LL - Lerida)
	John Deere 6820 - 2006 6950 h - 130 cv - 4 RM - reelevación av, eje delantero amortiguado - full-powershift - Muy buen estado - 80% - 50% - Tractor agrícola - Usado España (HU - Huesca)
	Ebro 48 - 1968 1 950 € 25000 h - 48 cv - 2 RM - Estado mediano - 20% - 10% - Tractor agrícola - Usado España (LL - Lerida)
	John Deere 3135 - 1979 7 000 € 9000 h - 90 cv - cargador - Hi-lo - Buen estado - 50% - 40% - Tractor agrícola - Usado
	John Deere 6820 Premium - 2003 32 000 € 9121 h - 140 cv - 4 RM - semi-powershift - Muy buen estado - 50% - 40% - Tractor agrícola - Usado España (Z - Zaragoza) Añadir a mi selección

Una vez presentada la muestra de tractores agrícolas-ganaderos especiales se procede a definir un criterio correlacionado con las dimensiones máximas de dicha clase de vehículos.

Se tomará como criterio evaluador de los tractores, en cuanto dimensiones, la potencia en CV, en virtud de la necesidad de mayor superficie sobre la que repartir dicha tracción al suelo.

Según el criterio definido destacan los modelos:

Modelo	Anchura(mm)	Longitud(mm)	Tara (Kg)
Jhon Deere 4955 DT-220 CV	2544	5278	10285
Jhon Deere 8320-259 CV	2540	5178	10552
Deutz-Fahr TTV630-210 CV	2720	4807	7225
Fendt 718 VARIO TMS188CV	2550	5227	8920
Massey Ferguson 8460- 260CV	2530	5230	9031
New Holland TM150-150 CV	2490	4912	6332 kg

1.1.1 Conclusiones acerca de dimensiones y Tara máxima de Tractores

-A efectos de planta la mayor longitud se fija en 5278 mm y la mayor anchura de cara a cara exteriores de las ruedas del eje mayor en 2720mm.

-A efectos de Tara máxima (Masa del vehículo, con su equipo fijo autorizado, sin personal de servicio, pasajeros ni carga, y con su dotación completa de agua, combustible, lubricante, repuestos, herramientas y accesorios necesarios.) se fija el valor 10552 kg, valor inferior al exigido por la Norma de acciones para puentes de carreteras luego se desestima y se aplica la citada norma en el presente proyecto.

-Se comprueba que el vehículo tractor agrícola ficticio característico no excede la dimensión de longitud y en la dimensión de anchura máxima no excede en más de 25 cm y por ello se estima la conveniencia de no considerar tractores especiales destinados a otros usos ajenos a la explotación agrícola y ganadera de fincas.

Vehículo tractor característico zona de proyecto	Anchura	Longitud
Tractor agrícola ficticio de dimensiones máximas	2,80 m	5,30 m

Cuadro resumen del tractor agrícola-ganadero especial característico de dimensiones máximas.

1.2 Aperos y otros equipos agrícolas montados

Se presenta la muestra de aperos y equipos agrícolas montados realizada en un entorno de 100 Km a la redonda del municipio de Burbáguena.



Vogel & Noot TERRAMAT 450 - 2014

4,5 m - Grada rotativa - Nuevo

España (HU - Huesca)



Amazone KX 3000 - 2014

3,0 m - Grada rotativa - Nuevo

España (HU - Huesca)



Howard H-240 - 2004

2 000 €

2,4 m - Muy buen estado - Rotocultivadores (rotovator - rotavator) - Usado

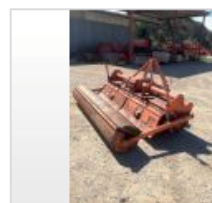
España (HU - Huesca)



Breviglieri BV170 - 2012

3,0 m - Rotocultivadores (rotovator - rotavator) - Nuevo

España (HU - Huesca)



Howard FME-100 - 2005

2,6 m - Buen estado - Rotocultivadores (rotovator - rotavator) - Usado

España (HU - Huesca)



Falc KAPPA - 2002

3,5 m - Muy buen estado - Rotocultivadores (rotovator - rotavator) - Usado

España (LL - Lerida)

Anejo V: Dimensiones de los vehiculos usuarios



Kirpy BPR-200 - 2001

2,0 m - Muy buen estado - Trituradora de piedra - Usado

España (LL - Lerida)

[Añadir a mi selección](#)



Bugnot BP-140 - 2003

1,4 m - Muy buen estado - Trituradora de piedra - Usado

España (LL - Lerida)



Larrosa 11 nonstop - 2006

11 cuerpos - Monorueda - non stop mecánico - Muy buen estado - Arados - Usado

España (Z - Zaragoza)

[Añadir a mi selección](#)



Fontán 4 CURPOS - 1995

4 cuerpos - Monorueda - otro - Buen estado - Arados - Usado

España (Z - Zaragoza)

[Añadir a mi selección](#)



Pöttinger TERRADISC 3000 - 2010

6 500 €

24 discos - 3,0 m - Muy buen estado - Gradas de discos - Usado

España (HU - Huesca)



Pöttinger TERRADISC 4000K - 2009

18 000 €

36 discos - 4,6 m - Muy buen estado - Gradas de discos - Usado

España (HU - Huesca)










Bednar 23R - 2010

5,0 m - Muy buen estado - Cultivadores - Usado


España (Z - Zaragoza)

Anejo V: Dimensiones de los vehiculos usuarios

	Tasias - 2004 6 500 € 5,0 m - Buen estado - Cultivadores - Usado España (Z - Zaragoza) Añadir a mi selección
	Ferro D-13 - 1991 2,5 m - Muy buen estado - Cultivadores - Usado España (LL - Lerida)
	Jympa VJ-23 - 2009 6 500 € 4,8 m - Muy buen estado - Vibrocultivador - Usado España (LL - Lerida) Añadir a mi selección
	Torpedo - 2013 3,6 m - Chisel y Semichisel - Nuevo España (Z - Zaragoza)
	Fabricacion artesanal - 2000 2 400 € 2,6 m - Muy buen estado - Chisel y Semichisel - Usado España (HU - Huesca)
	Bosque D26 - 2005 3,0 m - Muy buen estado - Rastra de púas o dientes - Usado España (LL - Lerida)
	Dofi 3.50 - 1980 2 400 € rodillo liso - 3,5 m - Buen estado - Rodillos y rulos - Usado España (LL - Lerida)
	Mazas M-7000 - 2014 rodillo liso - 7,0 m - Rodillos y rulos - Nuevo España (HU - Huesca)


Anejo V: Dimensiones de los vehiculos usuarios


	<u>Amazona ULTRA PROFIS 3000 - 2009</u> 12 000 € 3000 L - 48 m - Muy buen estado - Abonadoras - Usado España (HU - Huesca)
	<u>Panter - 2003</u> 10 m3 - Muy buen estado - horizontales - Remolques esparcidores - Usado España (Z - Zaragoza)
	<u>Compar COMPACT 15 M3 - 2014</u> 15 m3 - verticales - Remolques esparcidores - Nuevo España (HU - Huesca)
	<u>Rigual R-4000 - 2001</u> 2 000 € 4000 L - Muy buen estado - Cubas de purin - Usado España (HU - Huesca)
	<u>Carruxo 7000 BALLESTAS - 2014</u> 7000 L - Cubas de purin - Nuevo España (HU - Huesca)
	<u>Carruxo CT-20 - 2014</u> 20000 L - Cubas de purin - Nuevo España (HU - Huesca)
	<u>Niubo KING-TOP 2,20 - 2014</u> 2,2 m - Muy buen estado - Trituradora - Usado España (Z - Zaragoza)
	<u>Belafer TRBP 280 - 2013</u> 6 800 € 2,8 m - Muy buen estado - Trituradora - Usado España (HU - Huesca)

	<p><u>Olite ISA -8-3000 - 1995</u> 1 750 €</p> <p>16 m - 3000 L - Estado mediano - Pulverizador arrastrado - Usado</p> <p>España (Z - Zaragoza)</p>
---	--


1.3 Remolques agrícolas y ganaderos


Se presenta la muestra de remolques agrícolas y ganaderos realizada en un entorno de 100 Km a la redonda del municipio de Burbáguena.

	<p><u>H. Garcia PT-18 - 2014</u></p> <p>18,0 T - Remolques de cereales - Nuevo</p> <p>España (HU - Huesca)</p>
---	---

	<p><u>Rolland V 52 - 2005</u> 6 900 €</p> <p>5,2 m - Muy buen estado - Transporte de ganado - Usado</p> <p>Francia</p>
--	---

	<p><u>Record - 2013</u></p> <p>8,0 m - Muy buen estado - Transporte de ganado - Usado</p> <p>Francia</p>
---	---

	<p><u>Strautmann TERA VITESSE 5... - 2014</u></p> <p>50,0 m3 - Remolques autocargadores - Nuevo</p> <p>España (HU - Huesca)</p>
---	--

	<p><u>Pöttinger EUROPFI III - 1999</u></p> <p>60,0 m3 - Muy buen estado - Remolques autocargadores - Usado</p> <p>España (LL - Lerida)</p>
---	---

1.4 Sembradoras y cosechadoras

Se presenta la muestra de sembradoras y cosechadoras realizada en un entorno de 100 Km a la redonda del municipio de Burbáguena.

1.4.1 Sembradoras



Solá Sembradora neumática - 2007

5,0 m - Muy buen estado - Sembradora en línea convencional - Usado

España (Z - Zaragoza)



Solá - 1998

500 €

2,6 m - Buen estado - Sembradora en línea convencional - Usado

España (Z - Zaragoza)



Nordsten CLG 250 MK II - 1990

1 500 €

2,5 m - Buen estado - Sembradora en línea convencional - Usado

España (LL - Lerida)

1.4.2 Cosechadoras



New Holland TX 68SL - 1997

2700 h - 6,10 m - 6 - cabina, climatización, desmenuzadora de paja, carro de la cortadora, Self leveling - Muy buen estado - Cosechadoras - Usado

España (Z - Zaragoza)



New Holland CS 640 - 2006

1900 h - 6,10 m - 6 - cabina, climatización, desmenuzadora de paja, carro de la cortadora - Muy buen estado - Cosechadoras - Usado

España (Z - Zaragoza)



John Deere 1174M - 1992

5600 h - 4,80 m - cabina, climatización, desmenuzadora de paja, esparcidor de tamo, carro de la cortadora - Buen estado - Cosechadoras - Usado

España (Z - Zaragoza)

1.5 Cuadro resumen de la muestra analizada de vehículos especiales agrícolas auxiliares y de vehículos de transporte de ganadería

Se resumen en este cuadro las dimensiones máximas de los vehículos especiales agrícolas autopropulsados y remolcados, así como de los vehículos de transporte ganaderos.

Modelo maquinaria agrícola y ganadera	Anchura(m)	Longitud(m)
Grada Rotativa Terramat 450	1,50	4,5*
Grada Rotativa Amazone KX3000	3,00	1,45
Rotocultivador Howard H-240	2,40	1,15
Rotocultivador Breviglieri BV-170	3,00	2,15
Rotocultivador Howard FME-100	2,60	1,72
Rotocultivador Falc Kappa	1,50	3,50**
Trituradora de piedra Kirpy BPR-200	2,00	1,0
Trituradora de piedra Bugnot BP-140	1,40	1,15
Arado Larrosa 11 Nonstop mecánico	2,10	1,5
Arado Fontán 4 Curpos	2,35	1,05
Grada de discos Pottinger Terradisc 3000	3,00	2,85
Grada de discos Pottinger Terradisc 4000K	2,20	4,6***
Cultivador Berdnar 23R (Abatible)	2,80	1,10
Cultivador Tacias (Abatible)	2,90	1,35
Cultivador Ferro D-13	2,50	1,10
Vibrocultivador Jympa VJ-23	1,50	4,8****
Chisel Torpedo (Abatible)	1,90	1,05
Chisel y semichisel Artesanal	2,60	2,70
Rastra de púas Bosque D26	3,00	1,55
Rodillo liso Dofi 3.50	1,10	3,50*****
Rodillo Mazas M-7000 (Abatible)	2,35	4,25
Abonadora Amazone Ultra Profis 3000	1,25	4,00*****
Remolque ganadero Panter	2,50	5,00
Remolque ganadero Rolland V52	2,55	5,20
Remolque esparcidor Compact 15M3	2,55	4,70
Remolque ganadero Record	2,60	8,00
Cuba de purín Rigual R-4000	1,40	2,20
Cuba de purín Carruxo 7000 Ballestas	1,35	2,30
Cuba de purín Carruxo CT-20	2,50	3,60
Trituradora de suelo Niubo King Top	2,20	1,60
Trituradora de suelo Belafer TRBP 280	2,80	1,45
Pulverizador arrastrado Olite ISA 8-3000	2,65	3,05
Remolque agrícola H.García PT-18	2,45	6,50
Remolque autocargador Tera Vitesse	2,12	7,30

Remolque autocargador Pottinger Europrofi	2,45	6,40
Sembradora neumática Solá (Abatible)	2,45	4,00
Sembradora en línea Solá	2,60	1,10
Sembradora en línea Nordsten CLG 250 MK	2,50	1,15
Cosechadora New Holland TX 69SL	2,45	4,90
Cosechadora New Holland CS 640	2,55	4,70
Cosechadora Jhon Deere 1174M	2,60	4,20

* Grada rotativa Terramat montada en tractor agrícola que para su transporte se colocará sobre remolque de manera longitudinal según la dimensión de su anchura de 4,50 metros.

**Rotocultivador montado en tractor agrícola que para su transporte se colocará sobre remolque de manera longitudinal según la dimensión de su anchura de 3,50 metros.

***Grada de discos compacta de anchura máxima entre extremos de 4,60 metros, que para su transporte por carretera convencional se colocará sobre remolque en el sentido de su anchura de 4,6 metros.

****Vibrocultivador no abatible de anchura máxima entre extremos de 4,8 metros, que para su transporte por carretera convencional se colocará sobre remolque en el sentido de su anchura de 4,8 metros.

*****Rodillo liso de anchura 3,50 metros entre extremos, que para su transporte por carretera se dispone de manera longitudinal según la dimensión de su anchura.

*****Abonadora montada en tractor agrícola que para su transporte se colocará sobre remolque de manera longitudinal según la dimensión de su anchura de 4.00 metros.

1.6 Conclusiones acerca de las dimensiones de vehículos especiales agrícolas y de los vehículos de transporte de ganadería

Del análisis de la muestra recogida de vehículos remolcados y autopropulsados especiales agrícolas y de vehículos de transporte de ganadería, en un entorno de cien kilómetros a la redonda del área donde se ubicará el presente proyecto, se concluye que:

1º.La dimensión longitudinal de los vehículos no excede de la máxima longitud aplicada a los vehículos ordinarios para circular por las vías públicas, por lo tanto no resulta una condición especial aplicable al dimensionamiento del tablero del puente.

2°.La dimensión anchura de los vehículos excede en muchos casos la máxima permitida en vehículos ordinarios sujetos a normas de construcción de 2,55 metros, aun estando abatidos o desmontados para su transporte, sin embargo, en ningún caso supera los 3,00 metros.

2. Conclusiones del anejo Dimensiones de vehículos usuarios de la infraestructura

En el presente anejo se ha realizado un estudio de las dimensiones de los vehículos usuarios de la infraestructura para determinar las dimensiones máximas de estos de cara a dimensionar el tablero del puente y los viales de acceso a este.

Se ha determinado que además de los vehículos convencionales cuyas dimensiones significativas en el presente anejo, la planta, están limitadas por razones constructivas en 2,55m x 12 m, se encuentran los vehículos agrícolas especiales.

Se ha realizado un estudio distinguiendo entre tractores agrícolas-ganaderos especiales y vehículos agrícolas especiales auxiliares.

También se ha realizado un estudio sobre los vehículos de transporte ganadero.

Se ha confeccionado una muestra de los tipos de vehículos señalados que se pueden encontrar en la región donde se ubica el proyecto.

Se recogen las dimensiones máximas de los vehículos usuarios de la infraestructura de transporte en la siguiente tabla.

Tipo de vehículo	Anchura máxima	Longitud máxima
Tractor agrícola-ganadero especial	2,80	5,30
Maquinaria agrícola auxiliar	3,00	12,00
Vehículos de transporte ganadero	2,55	12,00

Tabla comparación de vehículos usuarios de la infraestructura

Finamente se concluye afirmando que si bien los vehículos especiales usuarios exceden de las dimensiones máximas de los vehículos convencionales, estos son compatibles con la anchura de carril contemplada por la instrucción de carreteras Norma 3.2-IC Trazado, de las carreteras convencionales.

Así mismo se señala la conveniencia de la utilización de la Instrucción de acciones para puentes de carreteras en todo caso por su idoneidad del lado de la seguridad en el presente proyecto.

Anejo VI: Predimensionamiento y valoración de alternativas

Anejo VI Predimensionamiento y Valoración de alternativas

El presente anejo forma parte del proyecto del nuevo puente de Burbáguena para la mejora de la conectividad de las 2 partes del pueblo separadas por el río Jiloca. El objeto de este anejo es realizar el estudio de las dos posibles alternativas contempladas para la ejecución de dicho puente.

El flujo de trabajo seguido responde a:

- 1º. Definición de los condicionantes de la sección transversal y de la dimensión longitudinal del puente.
- 2º. Definición de los viales de acceso al puente desde la N-234 y el camino natural GR-160 y valoración económica de su ejecución.
- 3º. Estimación de las acciones tenidas en cuenta en el predimensionamiento del puente y las combinaciones entre ellas. Descripción de materiales.
- 4º. Estimación de las dimensiones y características principales de las dos alternativas de ejecución del puente por separado a nivel de predimensionamiento.
- 5º. Valoración económica conjunta de las dos alternativas de ejecución del puente y viales de acceso y comparación de alternativas.

1. Definición en planta del puente

1.1 Condicionantes de la Sección Transversal del Nuevo Puente de Burbáguena

1.1.1 Introducción

El Nuevo puente de Burbáguena se trata a efectos de clase de carretera según la Norma 3.1-IC Trazado:

- De una carretera convencional.
- De calzada única con un carril por cada sentido de circulación sin separación física.
- Con acceso limitado a propiedades colindantes.
- De un tramo interurbano, de acuerdo al planeamiento urbanístico estudiado en el Anejo I Urbanismo.
- De una carretera proyectada a efectos de condiciones orográficas, sobre un relieve llano, de acuerdo a la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original del terreno interceptada por la explanación de la carretera, inferior al 5%.

Por otra parte el Nuevo puente de Burbáguena se trata a efectos de tipo de proyecto según la Norma 3.1-IC, de un proyecto de nuevo trazado, que junto a los enlaces adyacentes proyectados, tiene la finalidad de modificar funcionalmente la carretera N-234 en servicio, para dar un mejor servicio.

1.1.2 Características generales de la sección transversal

El objeto del presente proyecto es dar un servicio de conectividad y facilidad de las labores de trabajo, hasta ahora cohibidas y dificultadas por las condiciones del antiguo puente, a la comunidad del término municipal donde se encuentra ubicado, no siendo preponderante la intensidad de tráfico que haga uso de él, sino la utilidad del servicio público que haga, de manera cotidiana en la actividad económica regional.

Por lo relatado y debido a la singular naturaleza del presente proyecto, el pertinente estudio de tráfico para obtener los carriles necesarios para la circulación con un nivel de servicio aceptable por el puente, de acuerdo al manual de capacidad en vigor, se presta ineficaz y poco representativo de la realidad.

Así se procederá para el dimensionamiento de los carriles de la plataforma de la carretera del puente y accesos, a la aplicación simplificada aportada por la normativa 3.2-IC Trazado, de la Dirección General de Carreteras.

A efectos de la norma 3.2-IC Trazado, la sección transversal se define a partir de su pertenencia al grupo de secciones especiales, en concreto, perteneciente a una obra de paso.

Además dentro de la tipología referida la sección corresponde a una obra de paso de longitud menor o igual que cien metros medida entre estribos.

A este efecto se mantendrá, de acuerdo a la norma, la anchura de calzada y arcenes en todo el trazado sobre la obra de paso y accesos.

De acuerdo a la tabla 7.1 de la norma para carreteras convencionales con una intensidad media diaria inferior a 2000, como la carretera de la obra de paso y los viales de acceso objeto de este proyecto, la dimensiones de la plataforma se definen como:

Arcén (0,5m)+carril (3,0m)+carril (0,3m)+Arcén (0,5m), sin bermas, ni mediana con un bombeo del 2% por tratarse de una zona con un pluviometría moderada.

Longitud transversal en planta entre pretilas	7 m
---	-----

Además se preverá un espacio adicional, que permita la implantación de sistemas de contención de vehículos, pretils y de vigas zuncho perimetrales contra el impacto transversal.

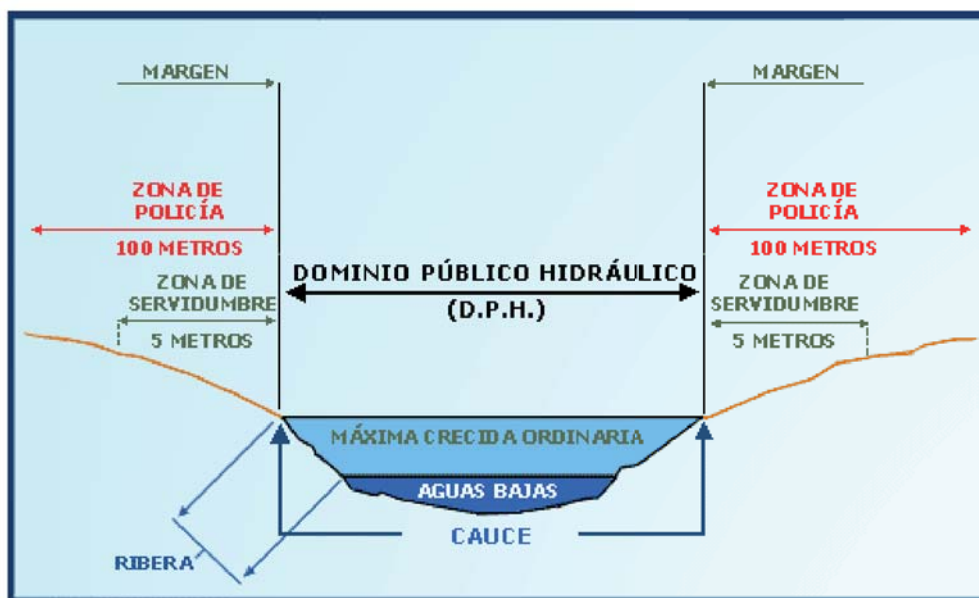
1.2 Dimensionamiento de la Longitud en planta del puente

Para el encaje en planta de la longitud del puente se atenderá a tres criterios:

- La longitud mínima de socavación a dejar como margen de seguridad transversalmente al cauce del río Jiloca, definida como 2 metros respecto al extremo de contacto de la lámina libre del río con el terreno durante la máxima avenida de proyecto, estudiada en el anejo Hidrología y plasmado en el perfil topográfico del terreno por el eje del puente, contenido también en dicho anejo.

- Las dimensiones de retranqueo requeridas por motivos de la ley de aguas en referencia a los ríos, que como se verá no resultan condicionantes.

Esta ley regula el dominio público hidráulico y los márgenes susceptibles de ser propiedad privada en España, representados esquemáticamente en el siguiente gráfico del MAGRAMA:



De acuerdo al artículo 126 del Real Decreto 849/1986 por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico contenido en la ley de Aguas, se podrán realizar obras de establecimiento de puentes dentro o sobre el dominio público hidráulico de acuerdo a la concesión afirmativa por parte de la confederación hidrográfica, del Ebro en este caso, de la licencia de obra.

Por otra parte, en cuanto a la zona susceptible de ser propiedad privada, la zona de servidumbre y la zona de policía englobando a la anterior, el artículo 7 y artículo 9 del citado reglamento las regulan respectivamente.

El artículo 7 resulta en que se podrán realizar obras de establecimiento de puentes y sus caminos de acceso en la zona de servidumbre siempre que la cuenca hidrográfica gestora así lo apruebe, a través de la pertinente concesión de licencia de obra, mientras que no resulte perjudicial para el ecosistema fluvial o para la conservación y restauración del dominio público hidráulico y además se dé continuidad alternativa y comunicación a las zonas de servidumbre adyacentes en el trazado.

Todos estos requisitos se cumplirán en el presente proyecto en cualquier caso de longitud del puente, puesto que la zona de servidumbre interrumpida por este o los accesos proyectados al puente podrá ser continuada con normalidad a través de los accesos pues son caminos abiertos y permiten la rápida continuidad de la zona de servidumbre.

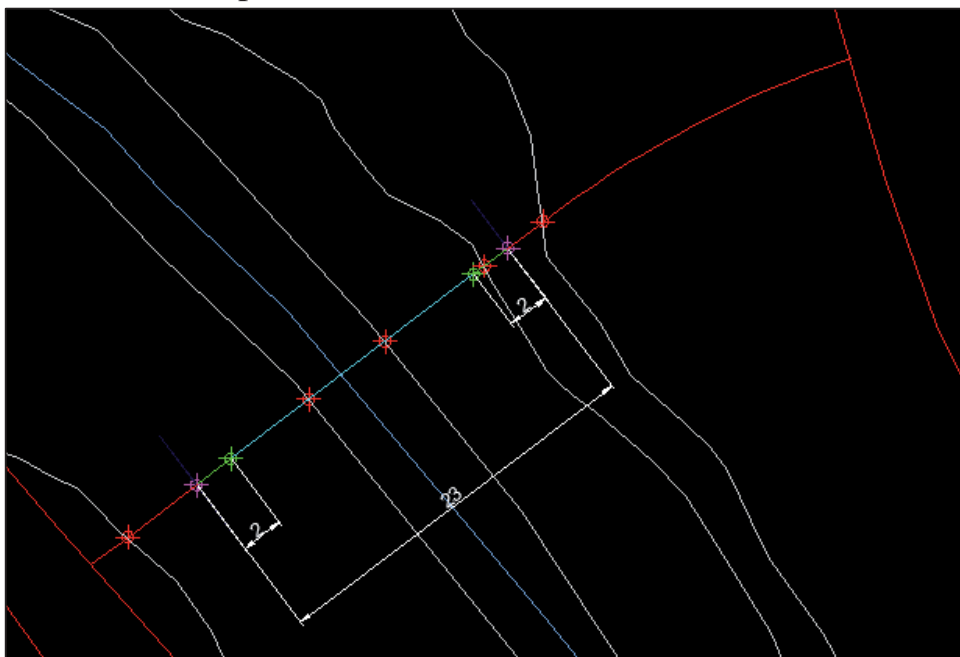
El artículo 9 resulta en que cualquier obra en la zona de policía precisará de concesión de licencia de obra por parte del organismo gestor de la cuenca hidrográfica, en este caso, del Ebro y resultará positiva siempre que en esta zona se vayan a desarrollar actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha la zona.

Todos estos requisitos se cumplirán en el presente proyecto en cualquier caso de longitud del puente, puesto que este está diseñado considerando la avenida máxima de proyecto superior a la avenida de cien años de periodo de retorno tomada como referencia por la ley de aguas y su condición de obra lineal descubierta no supone un impedimento para la capacidad de desagüe del tramo de río afectado por el proyecto durante la avenida.

Tenidos en cuenta todos los aspectos referidos por la ley de aguas en ríos se concluye que de acuerdo a la naturaleza del proyecto, cualquier solución de longitud del puente y de los accesos a este proyectados, es compatible con lo requerido por la ley y por tanto no supone un criterio condicionante del dimensionamiento de la longitud en planta del puente.

-La máxima economía de la obra estando está directamente relacionada con la menor longitud posible del tablero del puente.

De acuerdo a una integración de las dimensiones de seguridad definidas por la máxima avenida de proyecto y la socavación y atendiendo al criterio de óptimo económico definido por la menor luz posible del tablero, resulta una luz entre zapatas de estribos de 23 metros.



Dimensiones principales encaje recto longitudinal del puente

Luz tablero entre estribos	23 m
----------------------------	------

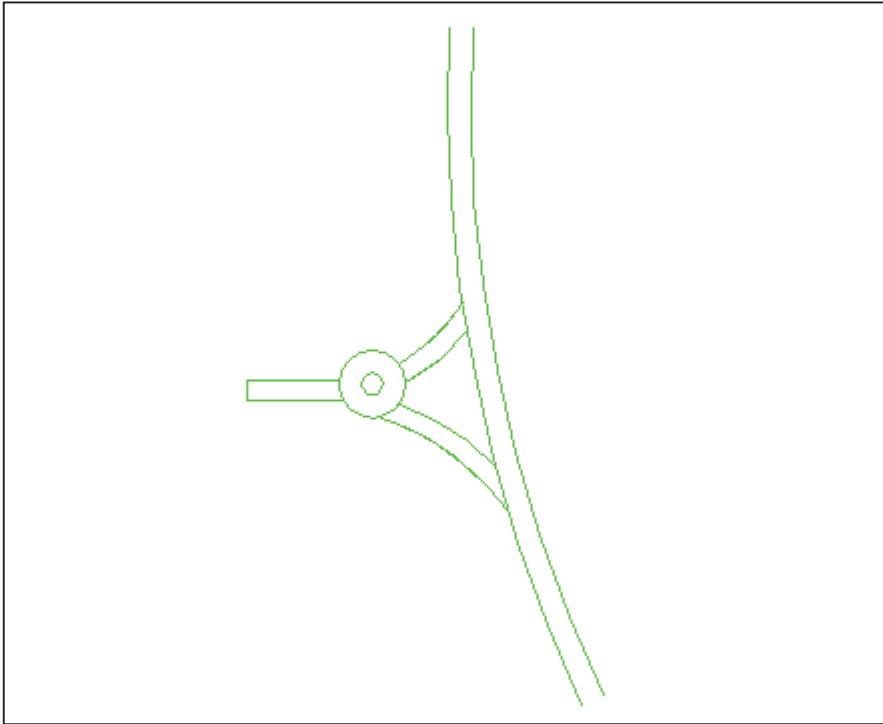
2. Caminos de acceso al puente

Se plantean dos soluciones distintas:

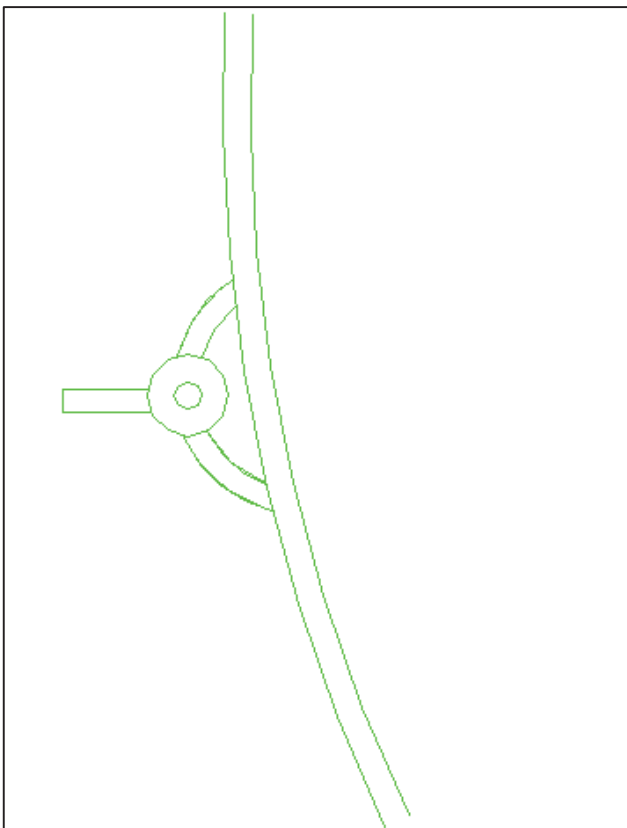
- Un acceso con capa de firme compuesto por mezcla bituminosa y suelocemento, que da acceso a la N-234.
- Un acceso compuesto por firme compuesto por suelocemento, que da acceso al camino natural GR-160.

Para configurar la geometría en planta del acceso derecho desde la N-234 se estudiaron tres posibilidades. Las dos primeras un desdoblamiento de N234 a la altura del punto kilométrico 206 en el carril sentido Zaragoza-Teruel. La primera constaba de 2 calzadas que se encontraban en una glorieta que a su vez enlazaba con el vial de acceso directo al puente.

La segunda constaba de un desdoblamiento circular, enlazado con dos clotoides en los extremos, interrumpido en su punto medio por una glorieta para dar conexión al vial de acceso directo al puente.



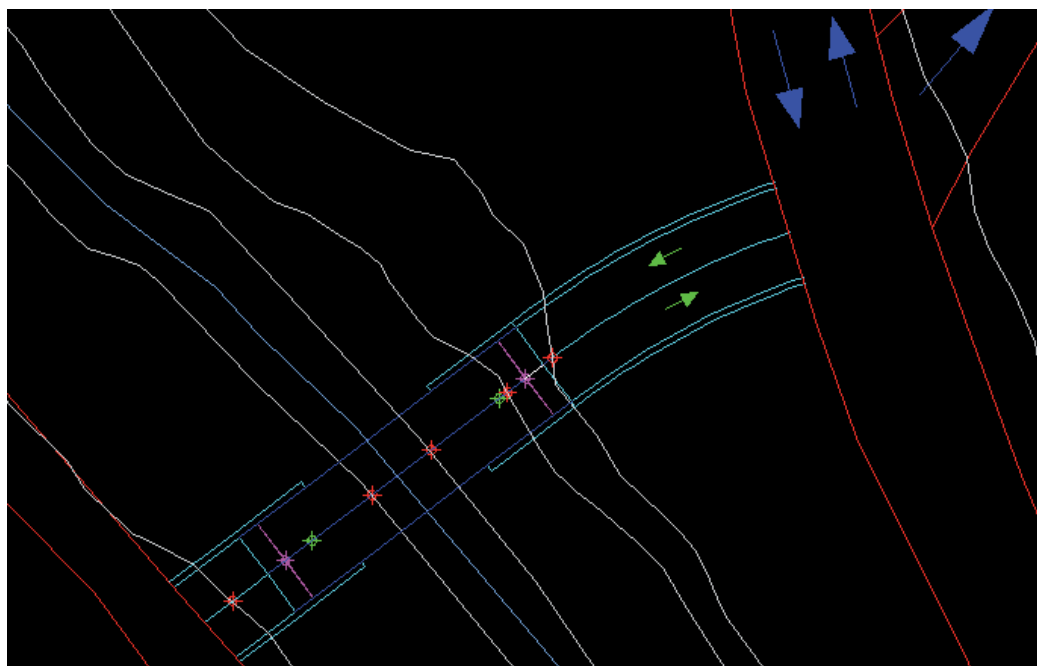
Alternativa 1 de desdoblamiento de la N-234.



Alternativa 2 de desdoblamiento de la N-234.

Ambas primeras alternativas se descartaron ante la imposibilidad de encaje de la glorieta, de 7 metros de corona circular, en el reducido espacio del área de proyecto.

Así la tercera alternativa consta de una carretera de planta curva y radio 66 metros que enlaza tangente al tramo de carretera sobre la obra de paso y ortogonalmente a la vía N-234, en una situación de compromiso entre la facilidad de incorporación en un sentido y otro desde la N-234 y desde el puente hacia cualquiera de los dos sentidos de la N-234. Resulta la alternativa elegida para el acceso derecho del puente a la N-234 en el presente proyecto, dicha alternativa se desarrollará en detalle en el anejo trazado.



Alternativa 3 acceso único de planta curva

Para configurar la geometría en planta del acceso izquierdo al camino natural GR-160 se plantea como solución única un tramo recto dada la pequeña longitud a cubrir entre la cara externa del estribo del puente y la rasante exterior del camino.

Longitudes de rasantes tomadas desde la cara de la zapata de cada estribo, asumiendo un ancho de tal zapata de 1,7 metros, valor desarrollado más adelante en este anejo.

Longitud rasante acceso derecho	22 m
Longitud rasante acceso izquierdo	7 m

La valoración económica, a nivel de predimensionamiento, de la ejecución de ambos tramos se estima a partir del área de plataforma aproximada por la calzada.

Superficie acceso derecho	154 m ²
Superficie acceso izquierdo	49 m ²

De acuerdo a la recomendación por parte de la dirección general de carreteras se utiliza como base de precios de unidades de obra el documento “Base de precios de referencia de la dirección de la Dirección General de Carreteras 7/2014” indicada para obra civil de carretera.

- Unidades de obra:

-Despeje y desbroce del terreno: 0,58€/m²

-Suelo estabilizado "in situ" con cemento: 3,70€/m²

-Mezcla Bituminosa extendida y compactada: 26,50€/m²

- Partidas presupuestarias a nivel de predimensionamiento:

Partida presupuestaria	Mediciones	Precio unidad de obra	Precio partida presupuestaria
Despeje y desbroce del terreno	203 m ²	0,58€/m ²	117,74 €
Suelo estabilizado "in situ" con cemento	203 m ²	3,70€/m ²	751,10 €
Mezcla Bituminosa extendida y compactada	154 m ²	26,50€/m ²	4081 €

Valoración presupuestaria ejecución accesos al puente	4949,90 €
---	-----------

3. Acciones y Materiales

3.1 Acciones

En este apartado se pasan a definir las acciones utilizadas en el predimensionamiento del puente, acciones no mayoradas, ya que el objetivo de este anejo es hacer una primera aproximación a las dimensiones de la estructura, de manera que se pueda distinguir una alternativa de la otra.

Se definen las acciones más importantes que solicitarán la estructura, no todas las que define la Normativa de acciones para puentes de carretera, de aplicación en el presente proyecto.

Tipo de acción	
Acciones permanentes constantes	Peso propio
	Cargas muertas
Acciones permanentes no constantes	Pretensado
	Acciones reológicas
	Acciones debidas al terreno
Acciones variables	Sobrecargas de uso
	Acciones climáticas
Acciones accidentales	Impactos
	Acciones sísmicas

Acciones definidas por la Normativa de Acciones para puentes de carretera.

De todas las acciones establecidas por la Normativa se tendrán en cuenta:

-Las acciones permanentes de valor constante (Peso propio y carga muerta), ya que constituyen la sollicitación más importante de todas las existentes.

-La sobrecarga de uso, tanto uniforme como puntual.

No se tendrán en cuenta a efectos de predimensionamiento las acciones climáticas por encontrarse en una zona de efectos climáticos (viento, hielo, etc.) de influencia no significativa en la ubicación del presente proyecto.

No se tendrán en cuenta de manera explícita las acciones reológicas debido a la luz media-baja del puente, si bien están implícitamente recogidas en las formulaciones experimentales del estado del arte del predimensionamiento.

No se tendrán en cuenta las acciones sísmicas de acuerdo al estudio llevado a cabo en el anejo III Geología e Hidrogeología en referencia a la normativa sismorresistente de aplicación en España NCSE-02.

Se tendrán en cuenta las acciones de impactos recogidas en la normativa por tratarse de un puente sobre río susceptible del impacto de troncos arrastrados. Esto es así, debido a que aunque el gálibo dado al puente sobre el nivel de lámina libre durante la máxima avenida de proyecto es de 40 cm, puede circular flotando materia vegetal con un francobordo superior.

Por lo tanto, para el predimensionamiento de la estructura, el cuadro de acciones definido en la Normativa se ve reducido a:

Tipo de Acción	
Acciones permanentes constantes	Peso Propio
	Carga Muerta
Acciones Variables	Sobrecargas de uso
Acciones Accidentales	Impactos

3.1.1 Acciones permanentes constantes

De acuerdo a la Normativa de acciones para puentes de carretera, las acciones permanentes de valor constante, son aquellas que actúan en todo momento y son constantes en posición y magnitud, una vez que la estructura es apta para entrar en servicio. Estas son producidas por el peso de los distintos elementos que forman parte del puente.

Peso propio

Corresponde al peso de los elementos estructurales. Se toma el siguiente valor:

-Hormigón armado: 25 KN/m^3

-Acero estructural: $78,5 \text{ KN/m}^3$

Así para determinar el valor de la carga de peso propio de cada alternativa habrá que calcular las dimensiones de los elementos estructurales conformantes del puente en cada alternativa.

Carga muerta

Corresponde al peso de los elementos no estructurales ejecutados en el puente para su correcto funcionamiento en servicio.

-El espesor máximo del pavimento bituminoso proyectado y construido sobre tableros con losa de hormigón, no será en ningún caso superior a 10cm.

Se asume de acuerdo a la IAP para el pavimento de mezcla bituminosa un peso específico de 23 KN/m^3 . Además a efectos de cálculo de la acción, de acuerdo a la instrucción, se incrementarán en un 50% los espesores teóricos definidos en el proyecto.

Para el presente proyecto se define un espesor de 10 cm de pavimento bituminoso para las dos alternativas de tipología de puente contempladas.

De este modo la carga muerta del pavimento será de:

$$C_{m_pav} = \text{plataforma} * \text{espesor pavimento} * \gamma_{pav} = 7m * 0,15 * 23$$

Carga muerta pavimento bituminoso	24,15 KN/m
-----------------------------------	------------

-Pretil de defensa del puente, para los que se tomará una acción gravitatoria de 10 KN/m.

Se dispondrán a cada lado del tablero anexos a la rasante externa del arcén, por lo que la carga muerta resultante será:

Carga muerta total barreras de defensa	20 KN/m
--	---------

3.1.2 Acciones variables

Sobrecarga de uso

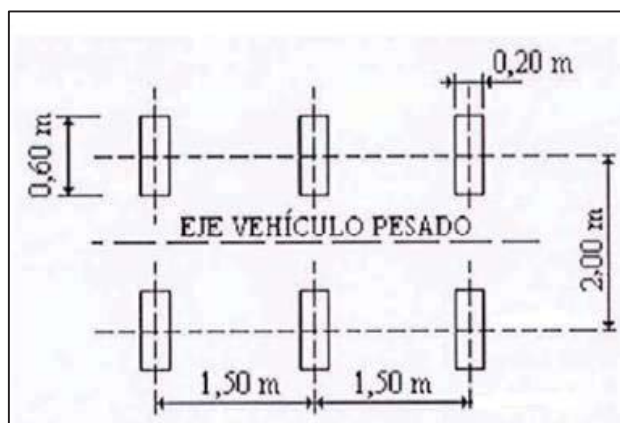
La instrucción establece un valor de 4 kN/m^2 extendida a toda la plataforma o a su parte más desfavorable, resultando como valor de la acción de cálculo referida a la flexión:

$$S_{cu} = \text{plataforma} * \text{sobrecarga uniforme superficial} = 7 * 4$$

Sobrecarga de uso	28 KN/m
-------------------	---------

Sobrecarga puntual Vertical

La instrucción establece un vehículo de 600 KN cuyo eje longitudinal se considerará paralelo a la calzada y formado por seis cargas de 100 KN, en puentes de anchura de plataforma del tablero menor o igual que doce metros.



Disposición de las sobrecargas puntuales

A efectos de cálculo se aplicarán tres cargas de 200 KN separadas 1,50 metros en sentido longitudinal, dejando una separación con el borde de la plataforma del carril por el que circula el vehículo pesado de 50 cm más 1 metro haciendo un total de 1,50 metros.

Sobrecarga puntal	3 cargas	200KN/carga	S_{long} 1,50m	S_{Transv} 1,50
-------------------	----------	-------------	------------------	-------------------

En todos los valores de las cargas verticales definidas está ya incluido el correspondiente coeficiente de impacto, que tiene en cuenta el carácter dinámico de las cargas, para poder aplicarse como cargas equivalentes estáticas en los cálculos estructurales en puentes de carretera del lado de la seguridad.

Frenado y arranque

El frenado, arranque o cambio de velocidad de los vehículos, dará lugar a una acción coplanaria al tablero del puente y en el sentido longitudinal de este.

Para cuantificar esta acción se tomará, de acuerdo a la instrucción, el valor mínimo exigido de 140 KN distribuido en la longitud del puente de 23 metros, dando lugar a una carga uniformemente distribuida de 6,17KN/m en la dirección del eje de la plataforma y coplanaria al tablero.

Se toma tal acción mínima del lado de la seguridad por exigencias de la instrucción, debido a la naturaleza del tráfico a bajas velocidades (10-15Km/h) condicionado por la circulación propia de un puente rural y con la ubicación característica del presente proyecto.

Acción Frenada/Arranque Horizontal y longitudinal	6,17 KN/m
---	-----------

3.1.3 Acción accidental

En este apartado, a nivel de predimensionamiento del puente, se tiene en cuenta únicamente la acción aplicada por el impacto de material vegetal arrastrado por la avenida de proyecto con un francobordo superior al galibo del puente.

Para ello se toma la formulación aportada por la instrucción de acciones sobre puentes de carretera para el impacto de embarcaciones.

Así la colisión de una embarcación asimilada al caso más desfavorable que puede darse en la avenida del presente proyecto, por un tronco de árbol arrastrado por la corriente, se asimilará a la aplicación de una carga puntual estática, horizontal que puede actuar transversalmente al eje del puente sobre cualquier punto del sistema de protección que presente.

Dicha carga puntual toma la forma:

$$P = 0,98 * TPM^{0,5} * \frac{V}{8}$$

Siendo:

P = carga estática equivalente (MN).

TPM= toneladas de peso muerto de la embarcación (t).

V= velocidad absoluta de la embarcación (m/s).

Además, de acuerdo a la instrucción, se podrá en el caso de barcazas, reducir el valor obtenido mediante la expresión anterior en un cincuenta por ciento (50%), y dado que un tronco arrastrado por la corriente se aproxima más en cuanto a la geometría relativa de manga, eslora y francobordo a una barcaza que a otro tipo de buques, se aplicará tal disminución a la formulación para la obtención de la acción de impacto buscada para el presente proyecto.

Para el valor de la velocidad absoluta del tronco se tomará el valor de la velocidad del agua en la sección de paso bajo el puente durante la máxima avenida de proyecto, obtenida en el anejo IV Hidrología, de valor 3,42m/s.

Para el valor del TPM de un tronco se tomará una densidad media de la madera de 900 Kg/m³ y unas dimensiones 60cm de diámetro por 6 metros, resultando un peso muerto de 1,52 t.

$$P = 0,5 * 0,98 * 1,52^{0,5} * \frac{3,42}{8} * 1000 = 259KN$$

3.2 Materiales

En este apartado se definen las características que deben cumplir los materiales utilizados en cada una de las dos alternativas. Los materiales a usar para la realización de las estructuras planteadas son los siguientes.

Materiales alternativa 1: Puente isostático losa de hormigón postesado.

Material	Tablero	Estribos
Hormigón	HP-45	HA-30
Acero pasivo	B-500S	B-500S
Acero activo	Y 1860 S7	-

Materiales alternativa 2: Puente isostático de tablero de vigas de hormigón pretensado prefabricadas.

Material	Tablero	Estribos
Hormigón	HP-45	HA-30
Hormigón pretensado prefabricado	HP-45	-

Para la determinación de las características resistentes de los materiales usaremos el método definido por la reglamentación de hormigón estructural en España, la EHE.

Hormigón	Categoría	Resistencia a compresión f_{ck} (Mpa)	Resistencia a tracción $f_{ct,k}$ (Mpa)	Módulo de def.longitudinal a 28 días E_{28} (Mpa)
Armado	HA-30	30	2,02	28576
Pretensado	HP-45	45	2,66	31928

Donde: $f_{ct,k} = 0,21 * \sqrt[3]{f_{ck}^2}$ $f_{cm,28} = f_{ck} + 8$ (Mpa)

$E = 8500 * \sqrt[3]{f_{cm,28}}$ =Módulo de deformación instantáneo longitudinal a 28 días.

Acero pasivo	Límite elástico f_{yk} (Mpa)	Módulo elasticidad E_s (Mpa)
B-500S	500	210000

Acero activo	Límite elástico f_{pyk} (Mpa)	Tensión de rotura (Mpa)	Módulo elasticidad E_s
Y 1860 S7	1710	1860	210000 Mpa

4. Predimensionamiento de las alternativas estructurales

4.1 Tablero alternativa 1 Puente Losa

4.1.1 Introducción

El puente losa es económicamente adecuado para luces bajas y medias de hasta 30 metros. Dentro de la tipología del puente losa se descarta la tipología de losa prefabricada pues no tiene sentido, en un puente de luz media-baja como el del presente proyecto, incurrir en procesos constructivos complejos como el avance en voladizo o maquinaria de izado y transporte cara. Se opta por tanto por un puente losa de hormigonado in situ construido sobre cimbras apoyadas sobre el terreno. En los siguientes puntos se procede a elegir entre el puente losa macizo o el puente losa aligerado en función de la experiencia acumulada de puentes construidos.

4.1.1 Luz del tablero

El tablero objeto del presente proyecto con 23 metros de luz se adapta con holgura a la tipología de puente losa.

4.1.2 Distribución de canto del tablero losa

Esta relación se ve altamente influida en esta tipología de puentes por el tipo de vano, la distribución de juntas longitudinales (reología del hormigón) y la distribución del canto a lo largo del puente.

Así para el puente del presente proyecto se plantea un único vano isostático ,además se desestima la ejecución de juntas longitudinales dada la baja luz.

Queda estudiar la distribución del canto, a tal efecto se opta por un canto constante. Se justifica la elección de este parámetro en virtud de:

-Las soluciones de canto constante proporcionan un rebajamiento constante aceptable del puente a lo largo de todo el tablero, hecho trascendente cuando tenemos problemas de galibo como en el puente del presente proyecto.

-Las soluciones de canto contante permiten encofrados sencillos, en los que el tablero se puede hormigonar in situ de una sola vez, sin coqueras ni costosos diseños de encofrado.

-Las soluciones de canto constante mantienen las características ventajosas de los tableros losa de gran capacidad resistente frente a los esfuerzos de estados límites últimos por redistribución de esfuerzos.

Distribución de canto del tablero	Canto constante
-----------------------------------	-----------------

4.1.3 Relación luz-Canto del tablero losa

Para un canto constante del tablero pasamos a analizar las dos alternativas de sección transversal que se presentan:

- Sección Maciza.
- Sección Aligerada interiormente.

De entre las dos, se elige como más adecuada para el tablero la sección aligerada interiormente.

La justificación a esta elección deriva de la similar exigencia de canto por parte de ambas tipologías en bajas luces, siendo el canto el principal condicionante del tablero del puente del presente proyecto, debido al reducido galibo que se pretende maximizar al máximo para la avenida de proyecto, aun no siendo obligado por la instrucción 5.2-IC como queda referido en el anejo IV de Hidrología.

Las secciones aligeradas interiormente presentan cantos similares y por tanto esbelteces de tablero similares a las secciones macizas en bajas luces a un coste económico inferior, debido al menor peso propio del puente, lo cual encaja para la luz del puente del presente proyecto de 23 m entre estribos.

Por ultimo queda discernir entre la utilización de una sección maciza:

- Compacta.
- Con aligeramiento exterior.

Se elige la sección compacta por ser aquella con la que se consiguen la mayor esbeltez posible del tablero, ya que se gana ancho eficaz a cortante y flexión longitudinal y la que presenta el proceso constructivo más sencillo, todo ello con un coste de armaduras pasivas y activas no excesivo dada la baja luz del puente y reuniendo los requisitos de máximo galibo posible frente a la avenida de proyecto y proceso constructivo económico dentro de la tipología de puentes losa

Se opta en síntesis, por una sección transversal aligerada interiormente compacta para un tablero de canto constante cubriendo un vano isostático de luz 23 m.

De acuerdo al criterio de dimensionamiento aportado por Javier Manterola para puentes losa de tablero de inercia constante y sección aligerada interiormente compacta se indica una relación canto luz de la losa de tablero:

$$\frac{canto}{Luz} = \frac{1}{25}$$

Esta relación canto-luz puede ser reducida hasta valores cercanos a $\frac{c}{L} = \frac{1}{30}$.

Sin embargo se opta por una esbeltez conservadora para procurar una estructura no excesivamente flexible que incumpla los estados límites de servicio y además precise de armadura superabundante.

Canto sección transversal tablero losa	0,90 m
--	--------

4.1.4 Armado del tablero losa

Este apartado hace referencia a la casuística especial de los tableros losa en cuanto a su armado con:

- Armadura pasiva, dando tableros de hormigón armado.
- Armadura pasiva y activa, dando tableros de hormigón postesado.

De acuerdo al criterio de dimensionamiento aportado por Javier Manterola se asume que los puentes losa trabajan bien hasta luces de 18-20 metros siendo exclusivamente de hormigón armado, a partir de ahí es preciso incorporar una armadura activa postesada actuante sobre el tablero.

En el caso del puente del presente proyecto, con una luz de 23 metros, se elige la ejecución de una armadura activa postesada. Para el predimensionamiento de las cuantías de armadura se tomaron valores recogidos por la experiencia de puentes losa construidos.

Material Tablero losa	Hormigón postesado
Armadura activa	20kg/m ²
Armadura pasiva	80 kg/m ³

4.1.5 Base del tablero y dimensiones complementarias

La base inferior del tablero toma una anchura de 7 metros de acuerdo a las secciones compactas sin voladizos a flexión lateral buscando el mayor reparto transversal continuo de las cargas en la anchura y espesor de las losa.

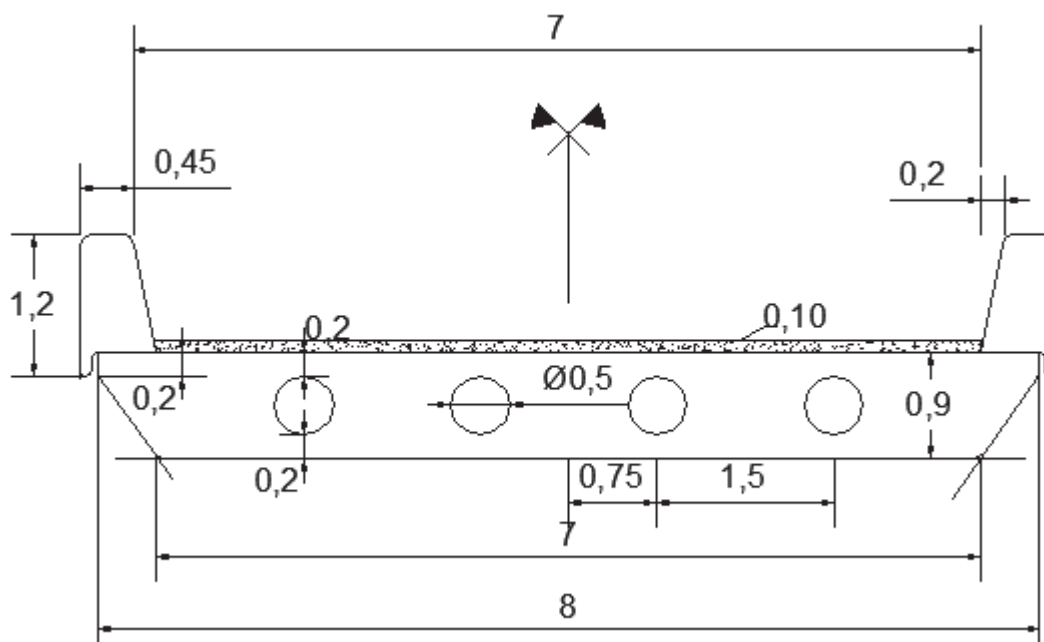
La base superior de la sección transversal con forma trapezoidal toma el valor de 8 m, 7 metros incluyendo los 0,5 metros reservados a cada lado de la plataforma para la ejecución de los pretiles de defensa del tablero.

Desde el pie de la base de la losa parten taludes de pendiente 55° hasta la altura de 0,7 metros, desde donde la losa acoge un canto constante de 0.20 metros durante 8 m para completar el canto de 0,9 metros.

Se disponen 4 tubos de material plástico para ejecutar los aligeramientos interiores del puente en la disposición mostrada en detalle del apartado 4.1.5 buscando evitar el punzonamiento de la losa en la zona del aligeramiento.

4.1.5 Dimensiones del tablero de la alternativa 1

Se muestra la sección del tablero de la alternativa 1.



Cotas en metros.

4.2.9 Valoración económica del tablero de la alternativa 1

Para valorar el coste económico del tablero de esta alternativa se recurrió a la medición de la cuantía volumétrica de los materiales necesarios y el coste económico asociado a la ejecución de la unidad de obra con la que se relacionan unidad de obra.

Superficie sección transversal tablero	$6,85 \text{ m}^2$
Superficie neta tablero con aligeramientos	$6,06 \text{ m}^2$
Volumen de hormigón	$6,06 * 22,7 = 137,6 \text{ m}^3$
Superficie tablero	$8 * 22,70 = 181,6 \text{ m}^2$
Kg de acero pasivo	$80 * 137,6 = 11008 \text{ kg}$
Kg de acero activo	3632 kg

Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra
1,30 €/kg
Coste ejecución ferrallado de armadura pasiva tablero
14310 €

Hormigón para armar y pretensar HP-45, vibrado y curado, totalmente colocado.
118,17 €/m ³
Coste ejecución hormigonado tablero
16260 €

Acero activo cordones 7 1860 S7 incluyendo las vainas, su colocación y la parte proporcional de anclajes y operaciones de tesado.
3€/kg
Coste ejecución armadura activa tablero
10896 €

Coste Total ejecución tablero puente losa Alternativa 1
41466€

4.2 Tablero Alternativa 2 Tablero de puente de vigas

4.2.1 Introducción

El puente de tablero de vigas es económicamente adecuado para luces bajas y medias hasta 40 metros. Dentro de este tipo de puente se plantea el estudio de la familia de puentes de vigas prefabricadas, debido a que se descarta la opción de vigas hormigonadas in situ, pues pierde las ventajas constructivas de simplificación del proceso constructivo y además presenta un comportamiento resistente peor al de la alternativa 1 afín de puente losa.

Para el dimensionamiento del tablero del puente se han seguido los planteamientos de Javier Manterola, de cuantificación de las variables significativas de esta tipología concreta de puentes expuestos a continuación.

4.2.2 Luz del tablero

La luz del tablero es fundamental pues determina la cuantía de la flexión longitudinal, esfuerzo preponderante en este tipo de puentes.

De acuerdo a la experiencia acumulada se pueden fabricar puentes con vigas prefabricadas sin soluciones de continuidad de hasta 40 metros y con soluciones de continuidad entre vigas de hasta 90 metros, en nuestro caso con una luz de 23 metros, la tipología de puente encaja con holgura.

4.2.3 Relación canto-luz puente

Esta relación es especialmente sensible en el puente que ocupa este proyecto, pues la lámina de agua de la avenida y la geometría prácticamente plana de la ribera del río hace que se condicione el canto del puente para dar puentes rebajados, de bajo canto que se puedan encajar por encima de la avenida de proyecto.

Debido a la acción conjunto de carga permanente y sobrecargas, y teniendo en cuenta que el puente trabaja predominantemente a flexión su canto es proporcional a la luz, así $\frac{L}{30} = \frac{23}{30} = 0,75 \text{ m} < \text{Canto} < \frac{L}{10} = \frac{23}{10} = 2,3 \text{ m}$.

Para precisar esta relación es necesario tener en cuenta la separación de las vigas entre sí, ya que a mayor separación, menor número de vigas y mayor sollicitación soportada de las acciones cp+sc de manera individual.

También ha de tenerse en cuenta el área de la cabeza inferior del tablero en la relación canto-luz, pues es la que posibilita que para una misma separación de vigas se pueda reducir la relación canto-luz, a través de su

aumento, absorbiendo las compresiones del pretensado compensando las tracciones motivadas por las acciones de $c_p + s_c$.

Además es preciso elegir entre una colación de la losa superpuesta a las vigas o adosada a estas, para lo cual, de acuerdo a la búsqueda del rebaje del puente comentada se opta por la tipología de losa adosada, a través de hormigón vertido in situ.

Finalmente es preciso elegir entre vigas doble T o artesa, para esto en base a la experiencia acumulada se determina la utilización de vigas doble T.

Se justifica la no utilización de vigas artesa por:

- Debido a su envergadura son más pesadas y eso penaliza a un puente como el del presente proyecto donde el peso propio es una acción preponderante.
- Por tratarse de un puente de luz baja la mejor respuesta resistente a torsión con respecto a las vigas doble T es de menor importancia que el peso y la flexión donde la viga doble T resulta ventajosa.
- El mayor precio económico que presenta su prefabricación en el mercado.
- Presenta un canto medio ligeramente inferior a las vigas isostáticas, del orden de $\frac{L}{18}$, mejorable hasta $\frac{L}{22}$ no significativo, con respecto al canto exigido por las vigas doble T en disposiciones isostáticas, como se verá, a un precio menor.

La conjunción de las variables de separación entre vigas y área de la cabeza inferior de la viga, hace que una media estadística de la esbeltez normal en vigas prefabricadas pretensadas sea:

$$h = \frac{L(m)}{16} = \frac{23}{16} = 1,43 \text{ m}$$

Dentro de las esbelteces normales de las vigas prefabricadas pretensadas se establece, atendiendo a ligeras variaciones de la separación entre vigas y aumento del área de la cabeza inferior de las vigas prefabricadas los siguientes valores.

$\frac{h}{L} = \frac{h}{10}$	Puentes algo pesados	$h = \frac{23}{10} = 2,3 \text{ metros}$
$\frac{h}{L} = \frac{h}{20}$	Puentes esbeltos	$h = \frac{23}{20} = 1,15 \text{ metros}$

Se toma por tanto la dimensión de máxima esbeltez de la viga prefabricada pretensada dentro del criterio de no sobredimensionamiento del tablero colocando las vigas muy próximas entre sí y con grandes cabezas inferiores, para evitar diseños costosos.

Canto tablero de vigas prefabricadas doble T	1,15 metros
--	-------------

4.2.4 Separación entre vigas y espesor de la losa

La separación entre vigas prefabricadas está definida por la esbeltez de la propia viga, el área de su cabeza comprimida por el pretensado y el espesor la losa adosada a las cabezas superiores de las vigas.

Para la esbeltez tomada para las vigas prefabricadas de $\frac{Canto}{Luz} = \frac{1}{20}$ se cumple una relación de media estadística, que tiene en cuenta la contribución de la losa a la flexión longitudinal y su capacidad resistente a la flexión transversal para efectuar el reparto transversal de cargas a las vigas longitudinales prefabricadas, relacionando el espesor de losa con la separación entre vigas, que responde a la siguiente formulación:

$$\frac{Separación}{20} < espesor < \frac{Separación}{15}$$

Esta formulación se ajusta además al caso de no existencia de vigas riostras transversales intermedias entre estribos que contribuyan al reparto transversal de cargas, de acuerdo a la experiencia acumulada de la supresión de estos elementos en vanos intermedios, por su contribución poco significativa en puentes de carretera.

Por otra parte el espesor mínimo de la losa para no dificultar la colocación de las armaduras y el cumplimiento de los recubrimientos de estas es de 20cm.

Además se tiene en cuenta una anchura efectiva de tablero de 7 metros entre pretilas dejando 50 cm a cada lado de la plataforma para la ubicación de las barreras de defensa.

De acuerdo a la anchura del tablero, buscando la simetría transversal de la sección beneficiosa para las cargas permanentes, se estima adecuada la solución de 4 vigas prefabricadas con una separación entre ellas de 1,75 m, lo

cual entra dentro de las separaciones recomendadas por la experiencia de entre 1,5 y 3 metros, y además es del lado de la seguridad y no caro dada la poca luz a cubrir.

Resulta según la experiencia un espesor de losa adosada de:

$$e = \frac{1,75}{15} = 0,11 < 0,2m \text{ Por lo que se tomará un espesor de losa de 20cm.}$$

4.2.5 Anchura de cabeza superior de viga prefabricada

Para designar la anchura de la cabeza superior de las vigas prefabricadas se toma como criterio la experiencia acumulada en puentes de tablero de vigas prefabricadas que hace indicar que toma valores de $0,8 \cdot \text{canto de la viga}$ en la tipología de losa adosada o en prolongación de las alas de la viga, extendido hasta el valor de $\text{Ancho} = 0,9 \cdot \text{canto de la viga}$, del lado de la seguridad con objeto de reducir el hormigonado de la losa in situ.

Así se toma un valor de ancho de cabeza superior de las vigas prefabricadas pretensadas de 1,00 m.

4.2.6 Espesor del alma de las vigas prefabricadas

Un espesor de alma normal indicado por la experiencia acumulada, para puentes con luces de 20-30 metros, teniendo en cuenta la presencia de cables de pretensado adherentes interiores es de 20 cm.

Así se toma un valor de espesor de alma de 20 cm.

4.2.7 Cabeza inferior de las vigas prefabricadas

El predimensionamiento de la cabeza inferior está fuertemente vinculado a las compresiones introducidas por el pretensado y al área que necesita el hormigón para no agotarse ante tal solicitud.

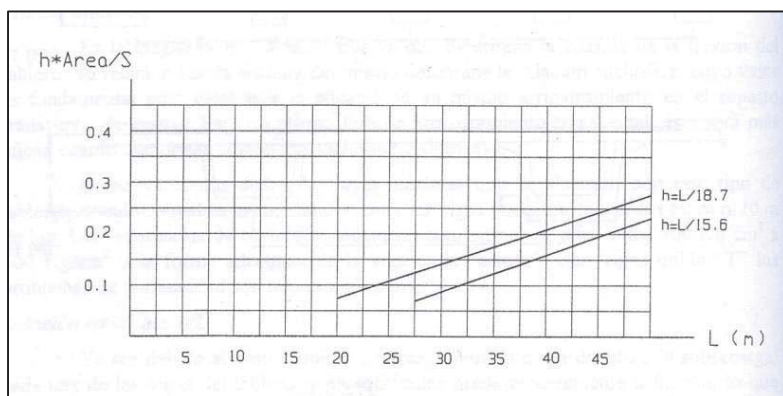


Gráfico de Relación cabeza inferior viga prefabricada, separación entre vigas y canto de la viga con diferentes esbelteces de viga prefabricada.

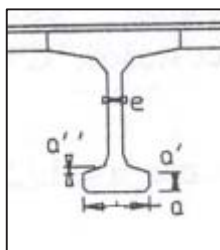
Interpolando del gráfico para una esbeltez de viga prefabricada de $\frac{h}{L} = \frac{1}{20}$ resulta un valor de $h \cdot \text{Área} / S = 0,12$.

Conociendo los valores ya predimensionados de:

-h=1,15 m

-S=1,75 m

Resulta un área de $0,18 \text{ m}^2$ para cada cabeza inferior de viga.



Para el cumplimiento de tal área, sancionada por la experiencia, se toman las siguientes dimensiones habituales en puentes:

a=50 cm a'=30 cm a''= 10 cm

4.2.8 Resumen de las dimensiones del tablero de la alternativa 2

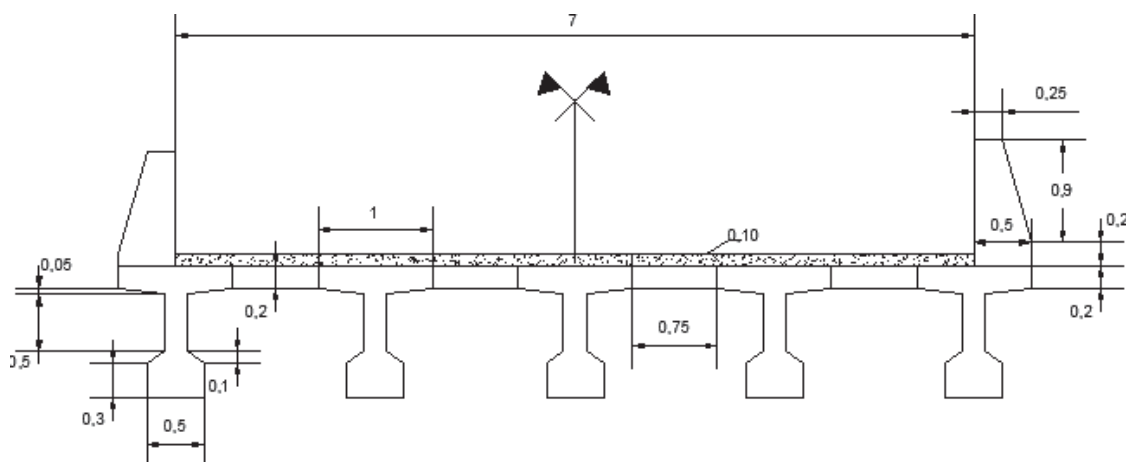
Se describen en este apartado de manera sucinta las dimensiones del tablero

Plataforma	7,00 m	Anchura cabeza inferior	0,50 m
Defensas laterales	0,50 m	a'	0,30 m
Espesor Losa	0,20 m	a''	0,10
Anchura cabeza superior	1,00 m	Canto viga	1,15 m
Espesor cabeza superior máximo	0,25 m	Canto alma	0,50 m
		Separación vigas	1,75 m
Espesor alma viga	0,20 m	Vuelo losa	0,75 m

Tabla con dimensiones tablero de vigas prefabricadas pretensadas, Alternativa 2.

4.2.9 Dimensiones del tablero de la alternativa 2

Se muestra la sección del tablero de la alternativa 2, con cotas en metros.



4.2.10 Valoración económica del tablero de la alternativa 2

Para valorar el coste económico del tablero de esta alternativa por su carácter de obra con elementos prefabricados de hormigón pretensado prefabricado y elementos de hormigón in situ se valoran directamente como unidades de obra y no a través de relaciones cuantías volumétricas-precio materiales.

Se recurrió a la consulta del banco de precios de la Dirección general de carretera, para la valoración económica de las vigas prefabricadas de hormigón pretensado donde se encontró la unidad de obra:

Viga prefabricada doble T de canto=120 cm con transporte, colocación y todos los materiales y medios necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.
--

380 €/m

Coste de ejecución de las 5 vigas prefabricadas de hormigón pretensado
--

43700 €

Se recurrió a la consulta del banco de precios de la Dirección general de carreteras para la valoración económica de la ejecución de las losas:

Hormigón para armar y pretensar HP-45, vibrado y curado, totalmente colocado.

118,17 €/m ³

Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra
--

1,50 €/kg se asumirá una cuantía de 100 kg/m ³

Coste de ejecución de las 3 losas intermedias

$[(23 \times 0,75 \times 0,20 \times 118,17) + (23 \times 0,75 \times 0,20 \times 1,30 \times 100)] \times 4$

3433 €

Se recurrió a la consulta del banco de precios de la Dirección general de carreteras para la valoración económica de la ejecución de las vigas riostras a colocar, una en cada extremo del tablero de vigas para conducir las cargas al estribo a través de los aparatos de apoyo.

Coste ejecución de las 2 vigas riostras en extremos de tablero
$(8 \times 1,15 \times 1) \times 118,17 \times 2$
2174 €

Coste Total ejecución tablero de vigas Alternativa 2
49307 €

4.3 Predimensionamiento de los estribos

Se procede a predimensionar los estribos de manera común a las dos alternativas de tablero, debido a:

- El parecido en cuanto a solicitudes que recibe el estribo.
- La idéntica geometría del terreno y similar geometría de tablero a la que debe encajarse el estribo, obligando a una altura de estribo muy baja.

Tipología de estribos	Cerrados
-----------------------	----------

Únicamente cambiara el número de aparatos de apoyo en cada alternativa.

Alternativa de tablero	Nº de aparatos de apoyo
Tablero losa unidireccional	2
Tablero de vigas de hormigón prefabricado	5

4.3.1 Predimensionamiento Zapata estribo

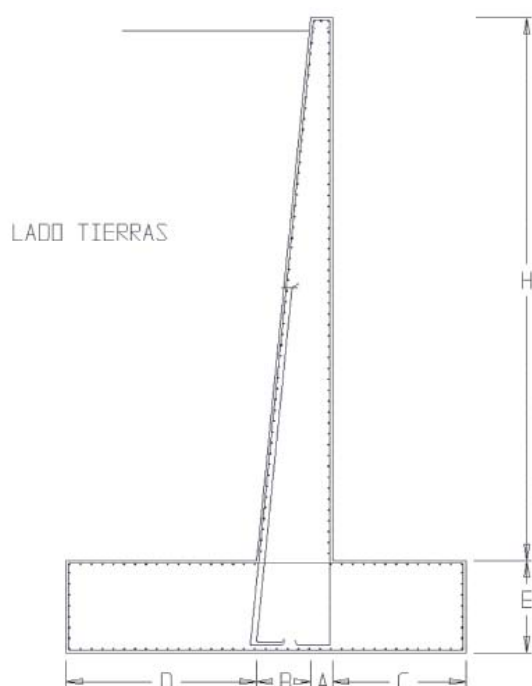
Se toman los criterios del libro de puentes tomo IV de Javier Manterola.

Debido a la baja altura del estribo, altura < 10m se toma un ancho de este constante hasta el pie del murete guía.

Para el dimensionamiento general del estribo se toman los siguientes criterios, recogidos en el capítulo estribos, referido a estribos cerrados.

Longitud de la zapata (D+A+C)	1,70 m
Canto de la zapata (E)	0,40 m
Longitud de zapata del Trasdós (D)	0,80 m
Longitud de Talón de la zapata (C)	0,50 m
Canto del muro del estribo (A)	0,30 m → 0,40 m
Altura muro del estribo (H)	2,00 m
Canto murete de guarda (h1)	0.30 m → 0,25 m
Altura del murete de guarda	(canto tablero) + 0,10 m (firme)

La dimensión de la longitud de la zapata depende de las condiciones resistentes del terreno y actúa como elemento de empotramiento del estribo al terreno.



MODULO	HK	A	B	C	D	E	TENSION AL TERRENO
1	1.00	0.3	0.0	0.3	0.5	0.4	0.35
2	2.00	0.3	0.0	0.5	0.8	0.4	0.54
3	3.00	0.3	0.0	0.8	1.2	0.5	0.69
4	4.00	0.4	0.0	1.0	1.5	0.6	0.90
5	5.00	0.5	0.0	1.2	1.8	0.8	1.16
6	6.00	0.6	0.0	1.5	2.1	0.9	1.30
7	7.00	0.7	0.0	1.8	2.4	1.1	1.50
8	8.00	0.8	0.0	2.0	2.8	1.3	1.74
9	9.00	0.9	0.0	2.2	3.2	1.5	1.98
10	10.00	0.4	1.0	2.5	3.5	1.7	2.13
11	11.00	0.4	1.1	2.6	3.6	1.8	2.42
12	12.00	0.4	1.2	2.8	3.8	1.9	2.64

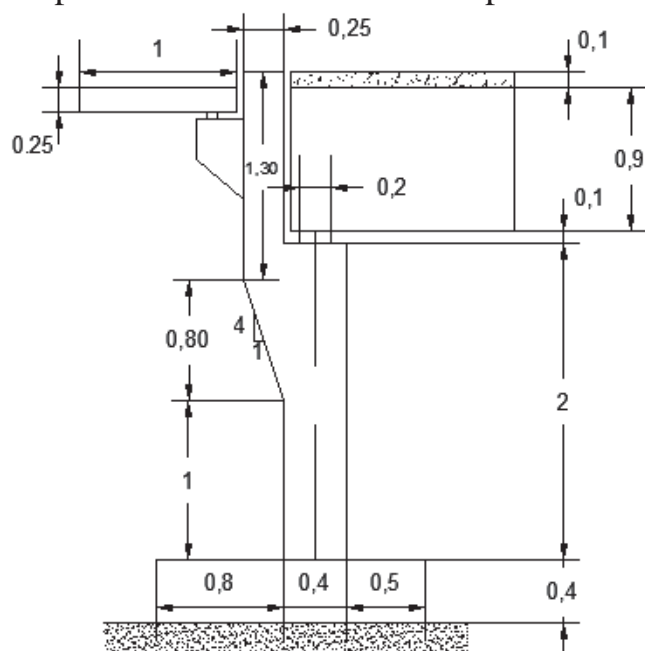
Para una altura de muro de estribo (H) inferior a 2 metros resulta:

D	0,80 m	A	0,3 m → 0,40 m
B	0 m	C	0,50 m
Longitud zapata	1,60 m	Canto (E)	0,4 m

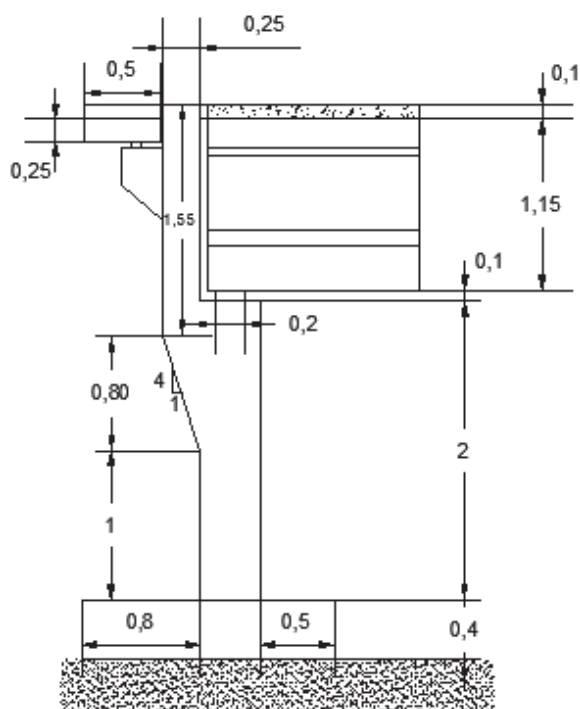
Para el predimensionado de la parte superior del estribo se debe tener en cuenta:

- La rotura diagonal de la parte exterior orientada hacia el dintel de la viga cabezal, dejando un resguardo entre el borde del apoyo y la cara exterior de dicha viga de 10 cm.
- El movimiento de dilatación del dintel, con su coeficiente de seguridad, del orden de 5 cm, el recubrimiento de los anclajes de pretensado, del orden de 15 cm, haciendo un total de 20 cm, tomados desde el centro del apoyo.

Se presentan las dos soluciones predimensionadas de estribo:



Estribo Puente losa.



Estribo Puente de Vigas

Valoración económica de la ejecución de los estribos

Hormigón para armar y pretensar HA-30, vibrado y curado, totalmente colocado.
92,47 €/m ³

Superficie sección transversal estribo 1	1,90 m ²
Superficie sección transversal estribo 2	2 m ²
Superficie losa media para presupuestar	0,15 m ²
Ancho de estribo	7 m

Estribos + Losas de transición Alternativa 1	2600 €
Estribos + Losas de transición Alternativa 2	2800 €

5. Valoración económica y Comparación de Alternativas

5.1 Comparación de Alternativas

Se pasan a valorar los aspectos determinantes tenidos en cuenta para la elección de la alternativa estructural idónea para el presente proyecto.

1. Coste económico Tableros

Tableros	Coste
Tablero puente losa Alternativa 1	41466€
Tablero de vigas prefabricadas Alternativa 2	49307€

La diferencia económica entre un tablero y otro resulta en 7841€, resultando la alternativa 1 un 18 % más barata que la alternativa 2.

2. El gálibo de la estructura para la situación de máxima avenida de proyecto, resultando este mayor para la alternativa dada la mayor esbeltez del tablero de losa aligerada.

3. La facilidad constructiva de ejecución de encofrados y cimbras auto portantes, requiriendo la alternativa 1 de medios menos especializados como grandes grúas para su correcta ejecución.

4. La robustez estructural frente a cargas transversales durante las avenidas, dado la mayor capacidad de reparto transversal de la losa aligerada.

5. Las pendientes máximas de los viales de acceso al puente, como máximo fijado por la normativa del 10%-11%.

Vial derecho puente losa	3 %
Vial izquierdo puente losa	9 %
Vial derecho puente de vigas	2 %
Vial izquierdo puente de vigas	12 %

De la valoración comparativa de las dos alternativas se elige como solución óptima para el presente proyecto la alternativa 1.

Solución del proyecto elegida	Puente losa aligerada con sus viales de acceso.
-------------------------------	---

5.2 Valoración Económica de la alternativa de proyecto elegida

En este último apartado del anejo se refleja la valoración económica de la alternativa de solución constructiva del proyecto elegida.

Coste Tablero	41466€
Coste estribos losas de transición	2600 €
Viales de acceso al puente	4949,90 €

Coste Total de la solución predimensionada de Puente losa aligerada con sus viales de acceso.

Coste Alternativa 1	49015 €
---------------------	---------

Anejo VII: Cálculo estructural

Anejo VII Calculo estructural

El objeto del presente anejo es mostrar todos los cálculos realizados para alcanzar al correcto dimensionamiento, óptimo y seguro, de la estructura de puente losa aligerada de la alternativa de solución del proyecto elegida.

El índice de trabajos llevados a cabo se describe a continuación.

1. Proceso de modelización estructural del puente
2. Descripción de materiales y recubrimientos
 - 2.1 Materiales
 - 2.2 Recubrimientos
3. Modelización global del tablero en su modo de trabajo principal
 - 3.1 Ajuste de los aligeramientos
 - 3.2 Luz de cálculo del modelo
 - 3.3 Modelización geométrica y mecánica del tablero
 - 3.3.1 Determinación de nº de barras longitudinales y transversales, separaciones, malla.
 - 3.3.2 Determinación del número de apoyos
 - 3.4 Acciones sobre el tablero en su modo de trabajo principal
 - 3.5 Combinación de acciones
 - 3.6 Esfuerzos de dimensionamiento
 - 3.7 Dimensionamiento del pretensado
 - 3.7.1 Criterios de dimensionamiento
 - 3.7.2 Cálculo de la fuerza de tesado
 - 3.7.2.1 Introducción
 - 3.7.2.2 Descripción del procedimiento
 - 3.7.2.3 Fase 1: Búsqueda iterativa de la fuerza de tesado
 - 3.7.2.4 Fase 2: Afino y definición de la fuerza de tesado y la armadura postesa
 - 3.7.2.5 Fase 3: Comprobación del $M_{f\text{ pesimo}}^-$ en ELS
 - 3.7.2.6 Fase 4: Comprobación en vacío de la estructura del tablero

- 3.7.2.7 Esfuerzos máximos en el tablero en la situación de vacío
- 3.7.2.8 Fase 6: Comprobación del $M_{f_{pesimo}}^+$ en ELU
- 3.7.2.9 Fase 7: Comprobación del $M_{f_{pesimo}}^-$ en ELU
- 3.7.2.10 Dispositivo de anclaje activo para armaduras activas postesas
- 3.8 Mecanismo de introducción del pretensado y apoyo en diafragmas
- 3.9 Dimensionamiento de armadura de torsión, flexión y cortante transversal del Diafragma
 - 3.9.1 Armado a cortante
 - 3.9.2 Armado a torsión y flexión
- 3.10. Dimensionamiento del armado de las bandas de losa transversales
 - 3.10.1 Criterios de cálculo y esfuerzos de diseño en ELU
 - 3.10.2 Armado de la banda de losa: Transversalmente, Longitudinalmente
- 3.11 Dimensionamiento del armado longitudinal de los diafragmas
- 3.12 Dimensionamiento del armado a cortante de los nervios del tablero de losa aligerada
- 3.13 Dimensionamiento del armado a torsión de los nervios del tablero de losa aligerada
- 3.14 Cálculo de la cuantía de armadura a flexión mínima
- 3.15 Comprobación del estado límite fisuración del tablero
- 3.16 Comprobación del estado límite último de equilibrio
- 3.17 Estado límite de servicio de fatiga
- 3.18 Estado límite de vibraciones
- 3.19 Comprobación del estado límite de deformaciones del tablero
- 4. Dimensionamiento de dispositivos de apoyo
 - 4.1 Acciones sobre cada apoyo de neopreno armado
 - 4.2 Comprobaciones de los apoyos de neopreno armado
- 5. Juntas de calzada
- 6. Dimensionamiento de los Pretiles

8. Dimensionamiento del muro de estribo

8.1. Criterios de cálculo del muro de estribo frente a cargas axiales

8.2. Cálculo de carga uniformemente distribuida utilizada en muro de estribo

8.3. Dimensionamiento del muro de estribo a flexión: Cálculo del espesor del muro

8.4. Cálculo de armaduras de muro de estribo y comprobaciones de bielas y nudos del modelo de B y T

8.4.1 Armadura Horizontal

8.4.2 Armadura Vertical

8.4.3 Comprobación de bielas y nudos del modelo de B y T

8.4.5 Anclajes y solapamientos

8.5 Atado y separadores

8.6 Armado situación accidental del muro de estribo

9. Dimensionamiento estructural de la zapata

9.1 Armadura principal zapata

9.2 Armadura secundaria zapata

9.3 Armadura longitudinal zapata (transversal a la zapata corrida)

10. Dimensionamiento de armadura para peto de muro

11. Interacción peto-muro estribo

12. Losa de transición

1. Proceso de modelización estructural del puente

La modelización estructural del puente abarca a través de los apartados referidos en el índice.

-Descripción de materiales y recubrimientos.

-La modelización del tablero de losa aligerada mediante el modelo de estructura reticulada 3D referido en la bibliografía especializada, para el cálculo global del armado y pretensado del tablero, de acuerdo a las limitaciones marcadas por los ELS y los ELU.

-La modelización local de los diafragmas en los extremos del tablero mediante la teoría de bielas y tirantes en conjunción con el modelo de la estructura reticulada 3D, para el armado local de las regiones D.

-La modelización del trabajo transversal del tablero frente a la solicitación de acción accidental de carga de impacto del río o del tráfico rodado del tablero.

-La modelización de los estribos mediante la teoría de bielas y tirantes como regiones D y como ménsulas empotradas para su armado.

-La modelización estructural de las zapatas, mediante teoría de bielas y tirantes.

2. Descripción de materiales y recubrimientos

2.1 Materiales

Material	Tablero	Estribos
Hormigón	HP-45	HA-35
Acero pasivo	B-500S	B-500S
Acero activo	Y 1860 S7	-

Para la determinación de las características resistentes de los materiales usaremos el método definido por la reglamentación de hormigón estructural en España, la EHE.

Hormigón	Categoría	Resistencia a compresión f_{ck} (Mpa)	Resistencia a tracción $f_{ct,k}$ (Mpa)	Módulo de def.longitudinal a 28 días E_{28} Mpa
Armado	HA-35/B/20/IIa	35	2,24	28575
Pretensado	HP-45/B/20/IIa	45	2,65	30928

Donde: $f_{ct,k} = 0,21 * \sqrt[3]{f_{ck}^2}$, $f_{cm,28} = f_{ck} + 8$ (Mpa)

$E = 8500 * \sqrt[3]{f_{cm,28}}$ =Módulo de deformación instantáneo longitudinal a 28 días.

Acero pasivo	Límite elástico f_{yk} (Mpa)	Módulo elasticidad E_s (Mpa)
B-500S	500	210000

Acero activo	Límite elástico f_{pyk} (Mpa)	Tensión de rotura (Mpa)	Módulo elasticidad E_s
Y 1860 S7	1710	1860	200000 Mpa

Recubrimientos-Armadura pasiva

Se dispondrá un recubrimiento geométrico nominal respecto de cualquier paramento, tomado desde la superficie de armadura más exterior (redondos o cercos, la más exterior), definido según la EHE:

$$r_{nominal} = r_{min} + \Delta r$$

Con r_{min} tomado según el artículo 37.2.4, para la clase de exposición del hormigón IIa, con $f_{ck} \geq 40 \text{ Mpa}$ o $25 < f_{ck} < 40$ del lado conservador, para una vida útil del proyecto de 50 años de 20 mm.

Con una tolerancia, del lado conservador para una ejecución in situ sin nivel intenso de control de ejecución, de 10 mm.

$r_{nominal}$ (Todos los elementos)	30 mm
-------------------------------------	-------

Referencias a recubrimientos especiales contenidos en planos de ferralla.

-Armadura activa

Se dispondrá un recubrimiento geométrico máximo definido por la EHE, para armaduras activas postesas, tomado desde la superficie exterior de la vaina, de 80 mm

Recubrimiento geométrico máximo	80 mm
---------------------------------	-------

3. Modelización global del tablero en su modo de trabajo principal

3.1 Ajuste de los aligeramientos

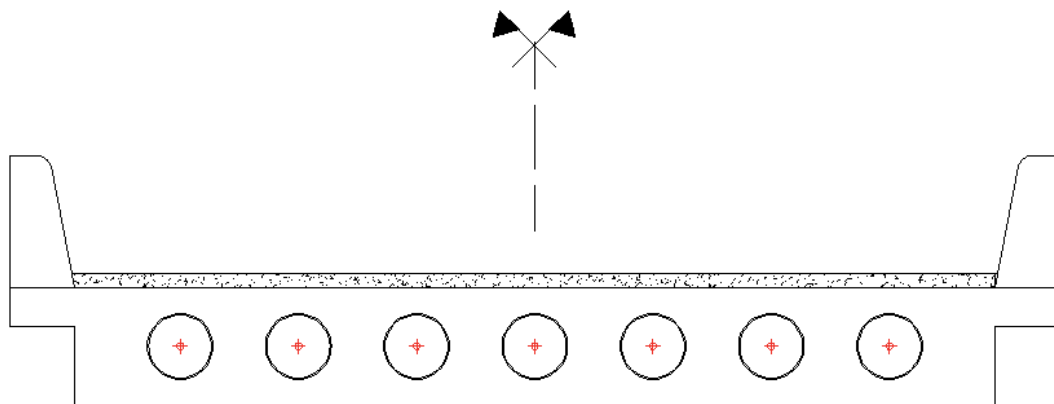
Del estudio con diferentes diámetros normalizados de tubos de material plástico presentes en el mercado, resulto como una solución optimizada a la predimensionada la que sigue, respetando los criterios:

- Un espacio mínimo entre aligeramientos de 30 cm para la colocación de armadura pasiva y activa, dotando 40 cm.
- Un espesor de losa por encima de los aligeramientos circulares, de 20 cm para evitar el estudio del punzonamiento de la losa, indicado por la experiencia constructiva, dotando 20 cm arriba y debajo de los tubos.

Así resulta una sección transversal que consta de 7 aligeramientos ejecutados con encofrados plásticos embebidos en el hormigón con diámetro 50 cm separados entre sí 40 cm.

Además se colocan centrados en la fibra neutra del canto de 90 cm.

Se muestra en el presente epígrafe un croquis de la sección transversal tipo del tablero.

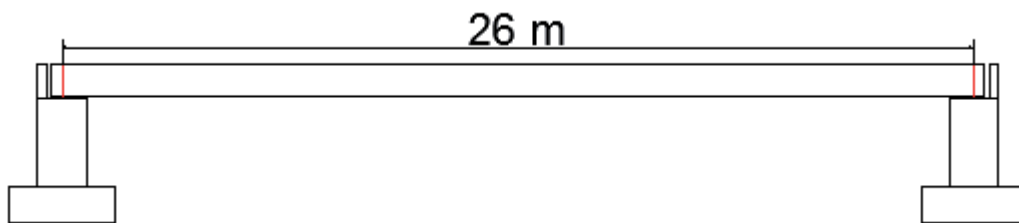


Nº Aligeramientos	Diámetro aligeramientos	Separación entre contornos
7	50 cm	40 cm

3.2 Luz de cálculo del modelo

Se ha tomado en este anejo para la realización del modelo de cálculo de esfuerzos de estructura reticulada 3D una luz de cálculo de 26 m.

La justificación a esta luz de cálculo se basa en la necesidad de mantener 23 metros entre planos extremos de las zapatas de los estribos, según lo referido en el anejo de predimensionamiento, más la distancia necesaria para encajar el apoyo del estribo sobre este, de manera que la transferencia del axil de la reacción baje normalmente por el muro de estribo. Esta distancia, de acuerdo al estudio de predimensionamiento de la solución, se encuentra en el entorno de 0,9 metros que incrementamos hasta 1,5 metros para dar lugar a un mayor ancho de zapata equivalente y unas condiciones geotécnicas más favorables.



Luz de cálculo de la estructura	26 metros
---------------------------------	-----------

3.3 Modelización geométrica y mecánica del tablero

Para la realización del modelo se aplicaron los parámetros recomendados por la experiencia de los autores en la bibliografía especializada y los profesionales del sector, referentes a puentes pseudo losa.

El índice seguido en la modelización consta de las siguientes etapas:

- Determinación de nº de barras longitudinales y transversales, separaciones.
- Determinación del nº de apoyos.
- Determinación de las características mecánicas de barras longitudinales interiores.
- Determinación de las características mecánicas de barras longitudinales de borde, ancho eficaz de alas.
- Determinación de las características mecánicas virtuales de las barras transversales interiores.
- Determinación de las características mecánicas virtuales de las barras transversales exteriores, vigas riostras del modelo.

3.3.1 Determinación de nº de barras longitudinales y transversales, separaciones, malla.

De acuerdo al criterio recogido por la referencia “Análisis Estructural, Salvador Monleón Cremades” se toman los siguientes criterios:

- Número de barras longitudinales igual al de las “vigas físicas” de la losa, al existir menos de 10 vigas físicas.
- Las barras longitudinales interiores se disponen con una separación uniforme, tomando como directriz el eje de las almas entre aligeramientos.
- Las barras longitudinales de borde situarán sus directrices coincidentes con los ejes de las vigas de borde físicas.
- Se tomarán para las barras longitudinales interiores del tablero, vigas con sección doble T, indicada en el croquis incluido en el presente epígrafe.
- Se tomarán para las barras longitudinales de borde del tablero, vigas con sección rectangular con un voladizo lateral, indicada en el croquis incluido en el presente epígrafe.
- Las secciones se aproximan a las secciones de las vigas físicas exactas con la suficiente precisión acorde la sensibilidad de un modelo de barras.
- Las barras transversales, de número impar, se disponen para un puente biapoyado, con diafragmas exclusivamente en los apoyos como sigue:

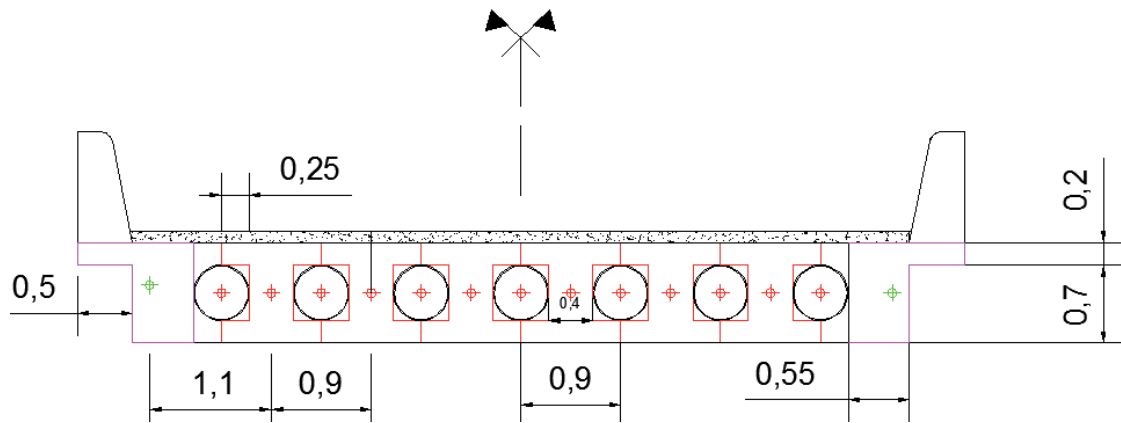
❖ En las secciones apoyadas de cálculo ($x=0$ m, $x=26$ m), sustituyendo a los diafragmas reales apoyados, haciendo 2 barras transversales.

❖ En las secciones intermedias del tablero, cumpliendo la relación

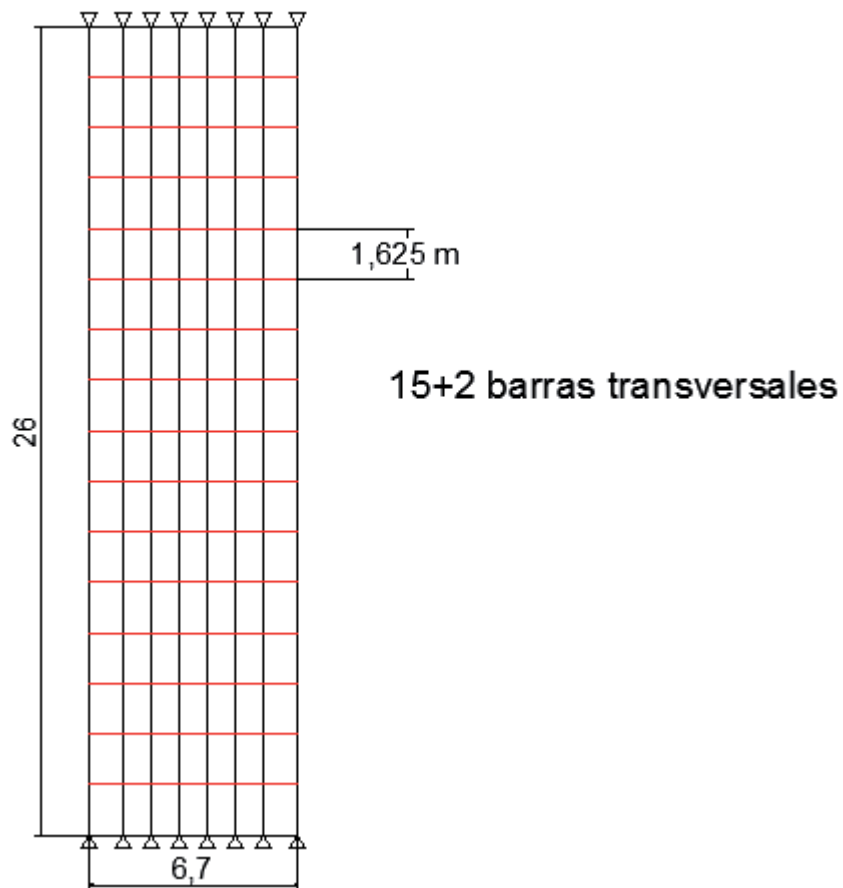
$$\lambda = \frac{\text{Sepación}_{\text{transversal barras}}}{\text{Separación}_{\text{longitudinal barras}}} = \frac{1,5}{1} - \frac{2,0}{1}.$$
 De acuerdo al criterio expuesto:

- Se colocan 15 barras transversales interiores, a una equidistancia de 1,625 m.
- Resultan los siguientes parámetros λ :
 - $\lambda=1,78 \in (1,5, 2)$ para el caso de barras interiores del tablero.
 - $\lambda=1,52 \in (1,5, 2)$ para el caso de barras de borde del tablero.

Se muestra un croquis del modelo de estructura reticulada 3D a continuación.



Sección transversal con barras longitudinales



Planta del modelo de estructura reticulada 3D

3.3.2 Determinación del número de apoyos

Dadas las características del tablero, después de un estudio riguroso del comportamiento de la malla frente al comportamiento en voladizo, se concluye que resulta ventajoso colocar **ocho apoyos**, uno por viga física longitudinal, con el fin de conseguir:

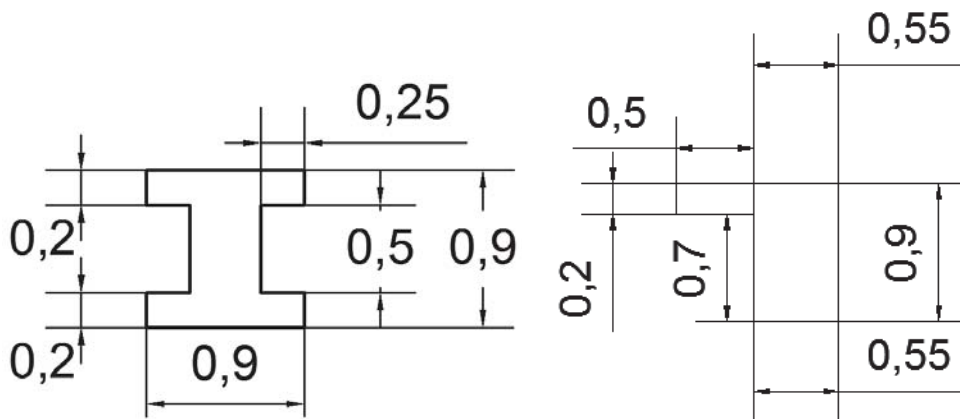
- Eliminar esfuerzos cortantes, momentos flectores y torsores transversales y ortogonales a los esfuerzos propios de la flexión natural del tablero, que llegan a alcanzar valores altos en tanto en cuanto se van eliminando apoyos y se va dejando sección transversal en voladizo.

- Obtener un comportamiento estructural más sencillo y unos planos de ferralla limpios y sin problemas de interacciones de carácter permanente perniciosas.

Nº de apoyos tablero	8
----------------------	---

3.3.3 Determinación de las características mecánicas de barras longitudinales y transversales: longitudinales interiores y de borde, transversales intermedias y extremas en apoyos

Se pasan a cuantificar las características mecánicas: Inercia a flexión, Inercia a torsión uniforme y áreas de cortante reducido de las barras del modelo.



Secciones de las vigas físicas longitudinales

- Inercia a flexión.

Destacando:

- n_r = Nº de vigas reales longitudinales del modelo.

- n_e = Nº de vigas de la estructura reticulada plana 3D que las sustituyen.

- Barras longitudinales Interiores: Se utiliza la inercia bruta, para no restar rigidez a las barras y que estas absorban del lado de la seguridad mayor esfuerzo (se reserva el ancho eficaz de la cabeza comprimida para el cálculo de ELS).

$$I_{estructura} = \frac{n_r}{n_e} * I_{fisica} = 1 * 0,049 = 0,049 m^4$$

- Barras longitudinales Exteriores: Se utiliza la inercia bruta, para no restar rigidez a las barras y que estas absorban del lado de la seguridad el mayor esfuerzo (se reserva el ancho eficaz de la cabeza comprimida para el cálculo de ELS).

$$I_{estructura} = \frac{n_r}{n_e} * I_{fisica} = 1 * 0,045 = 0,045 m^4$$

- Barras transversales interiores: La inercia a flexión de estas barras se calcula teniendo en cuenta que sustituyen a bandas transversales de losa con todos sus aligeramientos. Para aligeramientos circulares, se toma el criterio recomendado por Salvador Monleón de Aparicio y Estrada que considera la deformación transversal de la losa por esfuerzo cortante y aproxima con suficiente bondad la inercia a flexión de la banda de losa.

$$I_e = \frac{1}{12} * b * h^3 * \left(\alpha * \frac{e_w}{h} + \beta \right) = 0,055 m^4$$

Con

b=Ancho de la losa asignado a la viga física de la estructura= 0,9 m

h=Canto de la losa= 0,9 m

d=Diámetro del aligeramiento= 0,5 m

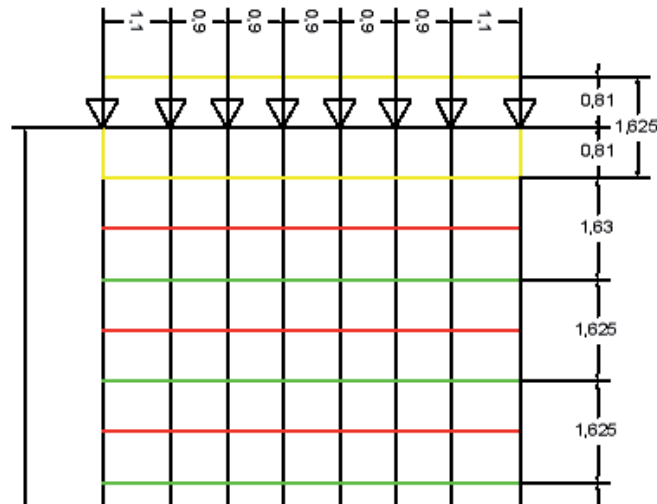
e_w =Espaciado entre aligeramientos circulares=0,4 m

$$\alpha = 0,175 * (1 - 0,198 * \left(\frac{d}{h} \right)^{-1,7}) = 0,0808$$

$$\beta = 0,981 * (1 - 0,095 * \left(\frac{d}{h} \right)^4) = 0,9721$$

- Barras transversales extremas: Para el cálculo de la inercia a flexión de las barras que sustituyen a los diafragmas reales se toma el criterio

de Salvador Monleón que consiste en tomar como valor buscado el valor de la inercia a flexión de las vigas físicas de los dos únicos diafragmas en los extremos. Se toma como ancho de diafragma 1,625 m y como canto el de la losa 0,90 metros, como se puede consultar en la figura del extracto del modelo de cálculo empleado.



En amarillo el diafragma de extremo físico, en rojo las barras transversales intermedias, en negro la barra sustitutiva del diafragma y en verde las líneas que marcan los límites de las bandas de losa.

$$I_e = \frac{1}{12} * b * h^3 = \frac{1}{12} * 1,625 * 0,9^3 = 0,010 \text{ m}^4$$

-Inercia a Torsión Uniforme o de Saint Venant de las barras del modelo

Se asume en el cálculo de las características mecánicas de las barras físicas y virtuales de la estructura reticulada 3D un funcionamiento en torsión pura o de Saint Venant, en virtud de que o bien son macizas (barras longitudinales) o bien son cajones virtuales de pared esbelta y con $\frac{Lado_{mayor}}{Lado_{menor}} < 4$ (barras transversales intermedias) o bien son macizas (barras transversales extremas sustitutas de los diafragmas de los extremos reales).

- Barras longitudinales interiores : Para el cálculo del módulo de torsión uniforme en las vigas físicas se recurre a la aplicación de la solución de la analogía de la membrana para una sección rectangular no estrecha, aplicada a las tres subsecciones rectangulares no estrechas que conforman en su conjunto la sección doble T en estudio. Esta solución arroja un valor inferior al real, por lo que el resultado queda afectado por un coeficiente amplificador de 1,3, recomendado por la

experiencia, del lado de la seguridad haciendo absorber a la sección mayor momento torsor.

$$I_T = kbt^3$$

b/t	1	1.5	2	3	4	10	∞
K	0.141	0.196	0.229	0.263	0.281	0.313	0.333

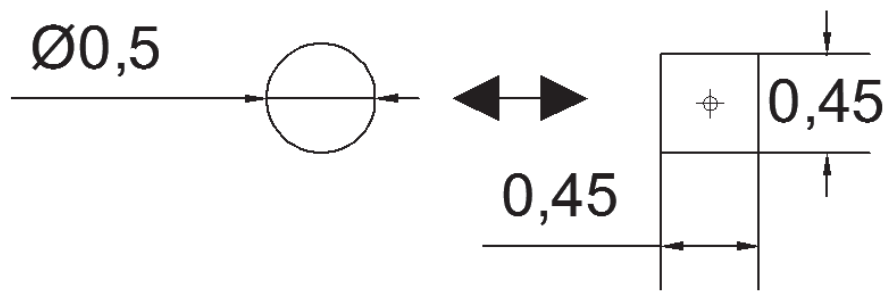
$$I_T = 1,3 * (0,184 * 0,4 * 0,5^3 + 2 * 0,293 * 0,2 * 0,9^3) = 0,12 \text{ m}^4$$

- Barras longitudinales de borde: Para el cálculo del módulo de torsión uniforme se procede de manera similar al caso de barras longitudinales interiores.

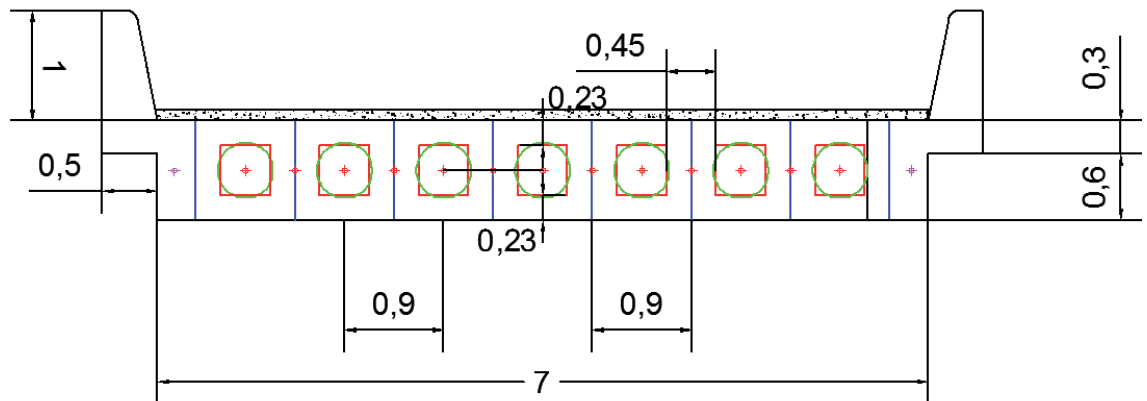
$$I_T = 1,3 * (0,154 * 0,55 * 0,60^3 + 0,293 * 0,3 * 1,05^3) = 0,16 \text{ m}^4$$

- Barras transversales intermedias: Para el cálculo de la inercia torsional de las barras transversales, es preciso introducir el comportamiento de la banda transversal de losa, conformado por tabiques o almas longitudinales, aligeramientos longitudinales, losa superior al aligeramiento y losa inferior al aligeramiento, cortados formando una viga virtual o “banda”. La referencia bibliográfica de Salvador Monleón estudia el comportamiento torsional de esta viga virtual por procedimientos energéticos y llega al resultado de asimilar la viga transversal virtual a otra viga transversal de sección cajón de paredes delgadas con alabeo despreciable. Se desarrolla el método de cálculo seguido:

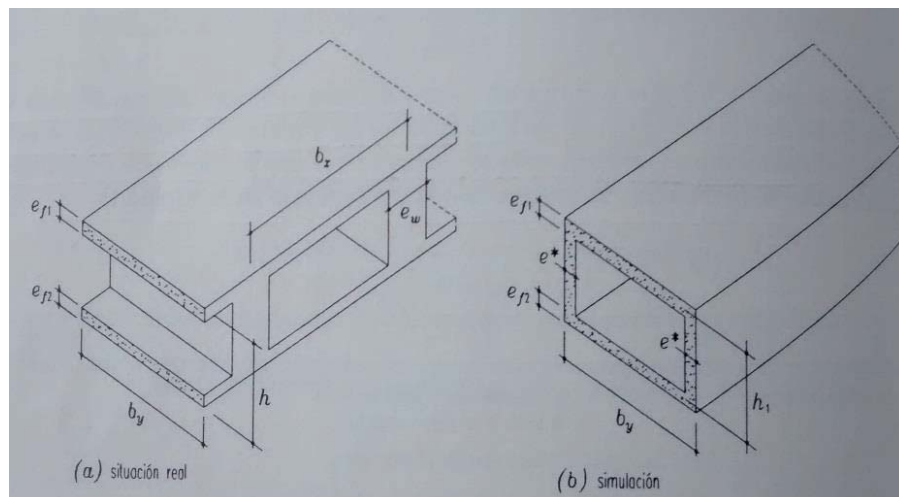
1º .En primer lugar al ser los aligeramientos circulares, estos deben necesariamente convertirse a cuadrados, siguiendo el criterio recomendado de conservar la misma área hueca. El resultado de llevar a cabo esta transformación geométrica da lugar a una sección transversal de la losa nueva, con carácter exclusivamente auxiliar de cálculo, que se muestra a continuación.



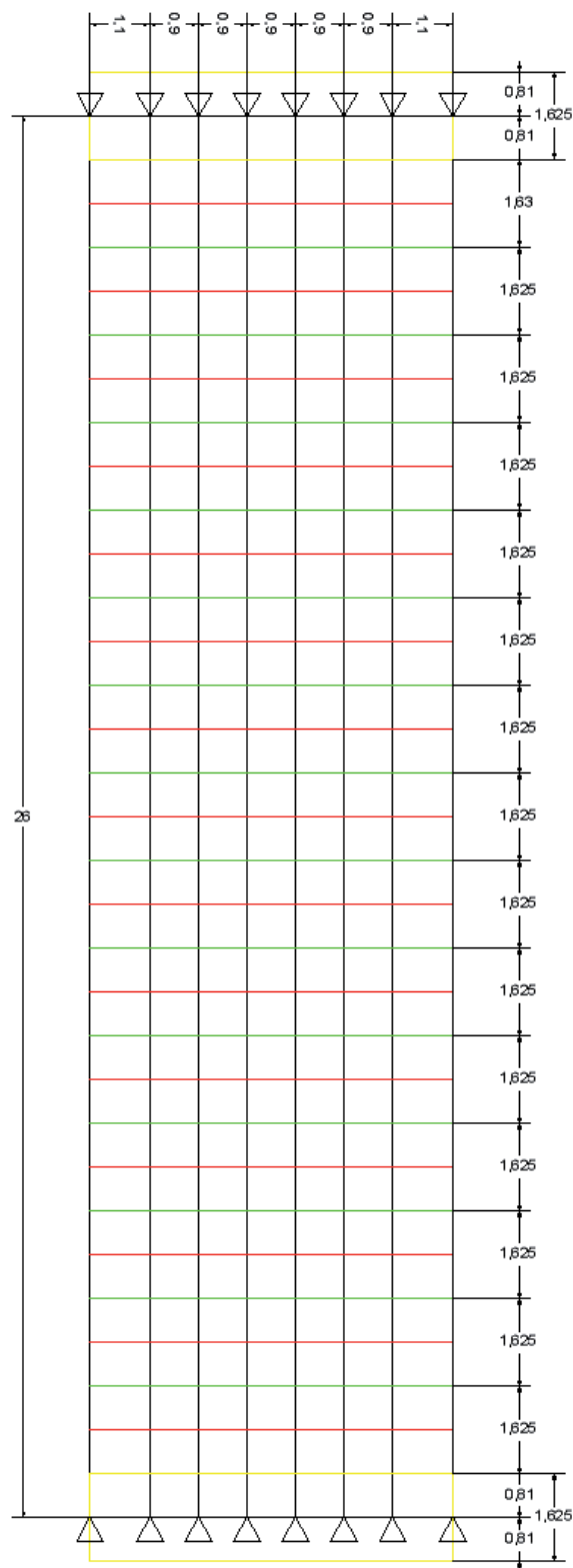
Equivalencia de los aligeramientos circulares a efectos de cálculo de la inercia torsional de la banda de losa aligerada transversal.



Sección transversal de cálculo para el cálculo de la inercia torsional de la banda de losa transversal (vista de perfil).



Trozo de banda transversal de losa equivalente y viga ficticia equivalente final para el cálculo de la inercia torsional.



Dimensiones Transversales del modelo de cálculo: Ancho de bandas de losa transversales con aligeramientos y ancho de diafragmas extremos reales. Dimensiones en metros.

2º. Se fijan los parámetros definidos en la simulación de Salvador Monleón:

$$e_{f1}=0,23 \text{ m} \quad b_y=1,625 \text{ m} \quad h=0,90 \text{ m}$$

$$e_{f2}=0,23 \text{ m} \quad b_x=0,90 \text{ m} \quad e_w=0,45 \text{ m}$$

$$I_{f1} = \frac{1}{12} * b_y * e_{f1}^3 = 0,00165 \text{ m}^4 \quad I_{f2} = \frac{1}{12} * b_y * e_{f2}^3 = 0,00165 \text{ m}^4$$

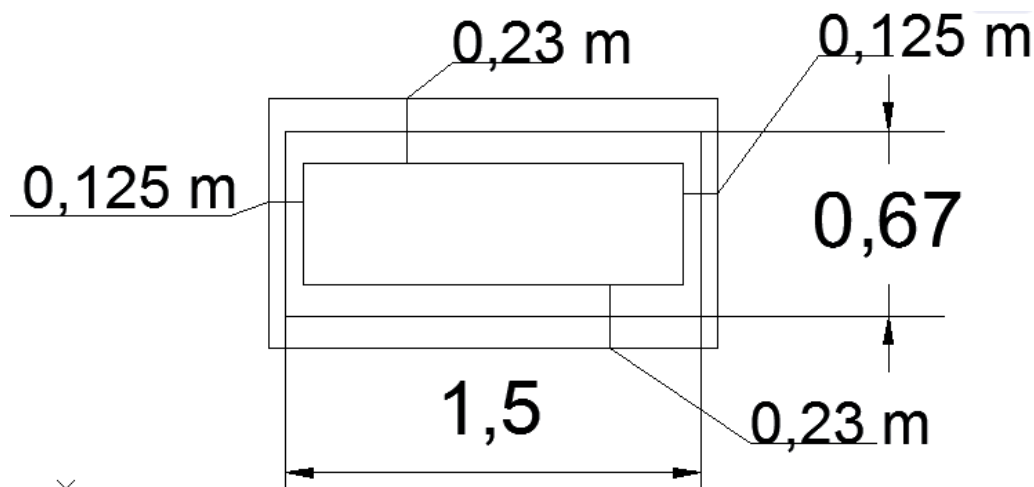
$$I_{bx} = \frac{1}{24} * b_y * e_w^3 = 0,00617 \text{ m}^4 \quad p_1 = \frac{e_{f1}}{h} = p_2 = \frac{e_{f2}}{h} = \frac{0,23}{0,90} = 0,256$$

$$h_1 = h * \left(1 - \frac{p_1 + p_2}{2}\right) = 0,67 \text{ m} \quad v_{Hormigón_EHE} = 0,2$$

$$e^* = \frac{2*(1+v)}{\frac{b_x * h_1^2}{12 * I_{bx}} + \frac{b_x^2 * h_1}{48} * \left(\frac{1}{I_{f1}} + \frac{1}{I_{f2}}\right)} = \frac{2*(1+0,2)}{\frac{0,90 * 0,67^2}{12 * 0,00617} + \frac{0,90^2 * 0,67}{48} * \left(\frac{1}{0,00165} + \frac{1}{0,00165}\right)}$$

$$e^* = 0,125 \text{ m}$$

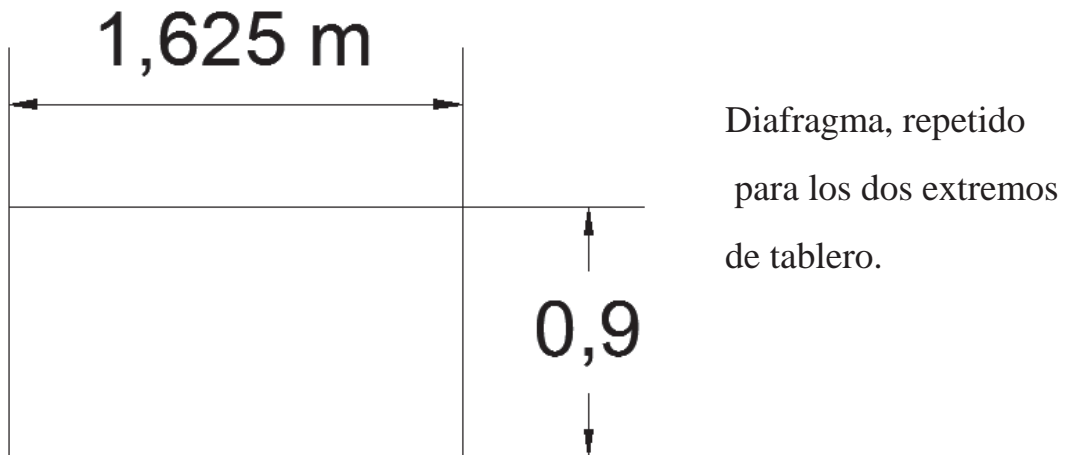
Así resulta la sección cajón virtual para evaluar la inercia a torsión:



3º Se calcula la inercia torsional de la viga cajón virtual presentada, siendo esta la inercia a torsión que representa la naturaleza a torsión de las bandas de losa transversales, identificadas en el modelo por las barras transversales intermedias. El cálculo de la inercia a torsión se calcula por la fórmula de Bredt.

$$J = I_T = \frac{4 * A_m^2}{\oint ds/e} = \frac{4 * (1,5 * 0,67)^2}{2 * (1,5 : 0,23) + 2 * (0,67 : 0,125)} = 0,17 \text{ m}^4$$

- Barras transversales extremas: Para el cálculo del módulo de torsión uniforme de las barras extremas que coinciden con los diafragmas reales de la losa, tal y como se recoge en la figura del modelo de cálculo, se sigue el criterio de Salvador Monleón consistente en ponderar la inercia de torsión uniforme física de la viga real de diafragma extremo, para el caso de dos únicos diafragmas extremos como el que ocupa el presente anejo.



$$I_T = kbt^3$$

b/t	1	1.5	2	3	4	10	∞
K	0.141	0.196	0.229	0.263	0.281	0.313	0.333

$$J = I_T = \frac{n_r}{n_e} * k * b * t^3 = 1 * 0,205 * 1,625 * 0,9^3 = 0,24 \text{ m}^4.$$

- Áreas de cortante reducido

Para el cálculo matricial se considerará la deformación por esfuerzo cortante de las barras, a partir del área reducida de cortante, donde el esfuerzo cortante se distribuye uniformemente en las fibras, siguiendo el criterio recomendado por Salvador Monleón, idéntico al seguido por Aparicio y Estrada para puentes de losa aligerada. Se calculan las áreas reducidas de todas las barras.

- ❖ Barras longitudinales interiores. El área de cortante reducida se tomará como el valor del área del alma de la sección doble T, según la EHE.

$$A = 0,4 * 0,5 = 0,20 \text{ m}^2$$

- ❖ Barras longitudinales de borde: El área de cortante reducida se tomará como el valor del área de la sección rectangular, según la EHE.

$$A = 0,55 * 0,9 = 0,50 m^2$$

- ❖ Barras transversales extremas: El área reducida de cortante de los diafragmas extremos se calcula como la de la sección rectangular, según la EHE.

$$A = \frac{5}{6} * 1,625 * 0,9 = 1,20 m^2$$

- ❖ Barras transversales intermedias: El área reducida de cortante se calcula a partir del criterio de Estrada y Aparicio para losas aligeradas, recomendado por Salvador Monleón.

$$A = b * h * \left(\alpha' * \frac{e_w}{h} + \beta' \right) = 0,18 m^2$$

$$b = 0,9 m$$

$$h = 0,9 m$$

$$e_w = 0,4 m$$

$$\alpha' = 0,626 * \left(1 - 1,015 * \frac{d}{h} \right) = 0,626 * \left(1 - 1,015 * \frac{0,5}{0,9} \right) = 0,273$$

$$\beta' = -0,055 * \left(1 - 0,838 * \left(\frac{d}{h} \right)^{-2,2} \right) = 0,11$$

Características	Inercia Flexión (m4)	Inercia Torsión (m4)	Área reducida
B.long.int.	0,049	0,12	0,20 m2
B.long.borde	0,045	0,16	0,50 m2
B.transv.int.	0,055	0,17	0,18 m2
B.trnsv.extr.	0,010	0,24	1,20 m2

3.4 Acciones sobre el tablero en su modo de trabajo principal

Se pasan a describir las acciones que solicitan a la estructura y actúan sobre el modelo de cálculo del tablero, estas se toman de la Normativa de acciones sobre puentes de carretera, IAP-11.

Acción permanentes constantes

Peso propio

Para el cálculo del peso propio se atiende al peso de la sección transversal del tablero en hormigón armado y pretensado, asumiendo la hipótesis de proyecto más desfavorable de que los tubos de los aligeramientos se encuentran totalmente inundados de agua de lluvia filtrada.

Se toma como peso específico del hormigón armado, el tomado en el anejo de predimensionamiento de 25 KN/m³.

Se pasa a describir a continuación el peso propio de la banda de losa del modelo de cálculo aligerada y macizada respectivamente.

$$A_{transversal\ aligerada} = 5,22\ m^2$$

$$A_{tubos\ llenos\ de\ agua} = 1,37\ m^2$$

$$A_{transversal\ macizada} = 6,60\ m^2$$

$$p \cdot p_{banda_losa_Transversal} = (5,22 * 25 + 1,37 * 10) * 1,625 = 234,32\ KN$$

$$p \cdot p_{banda_losa_Transversal_Distribuida} = \frac{234,32}{6,7} = 35\ KN/m$$

$$p \cdot p_{tablero\ macizado} = 6,60 * 25 * 1,625 = 268,13\ KN$$

$$p \cdot p_{Tablero_macizado_Distribuida} = \frac{268,13}{6,7} = 40\ KN/m$$

Peso propio banda aligerada	35 KN/m
Peso propio banda macizada	40 KN/m

Carga muerta

Corresponde al peso de los elementos no estructurales ejecutados en el tablero del puente para su correcto funcionamiento en servicio.

-El espesor máximo del pavimento bituminoso proyectado y construido sobre tableros con losa de hormigón, no será en ningún caso superior a 10cm.

Se asume de acuerdo a la IAP-11 para el pavimento de mezcla bituminosa un peso específico de 23 KN/m³. Además a efectos de cálculo de la acción, de acuerdo a la instrucción, se incrementarán en un 50% los espesores teóricos definidos en el proyecto.

Para el presente proyecto se define un espesor de 10 cm de pavimento bituminoso.

$$cm_{pavimento_{banda\ de\ losa}} = \frac{23 * 7 * 0,15 * 1,625}{6,7} = 5,85 \text{ KN/m}$$

Carga muerta pavimento banda de losa transversal	5,85 KN/m
--	-----------

-Pretilles de hormigón de protección del tráfico rodado y peatonal.

Estos elementos prefabricados y llevados a obra constan de un área transversal de 0,39 m². Las cargas se colocaran como una carga uniformemente distribuida sobre las dos vigas físicas longitudinales de borde.

$$cm_{pretilles_{colocada\ sobre\ cada\ viga\ de\ borde}} = 0,39 * 25 = 10 \text{ KN/m}$$

Carga muerta pretilles (para cada viga de borde)	10 KN/m
--	---------

Acciones Variables

Sobrecarga de uso

La instrucción IAP-11 establece un valor de 4 KN/m² extendida a toda la plataforma o a su parte más desfavorable, resultando como valor de la acción de cálculo.

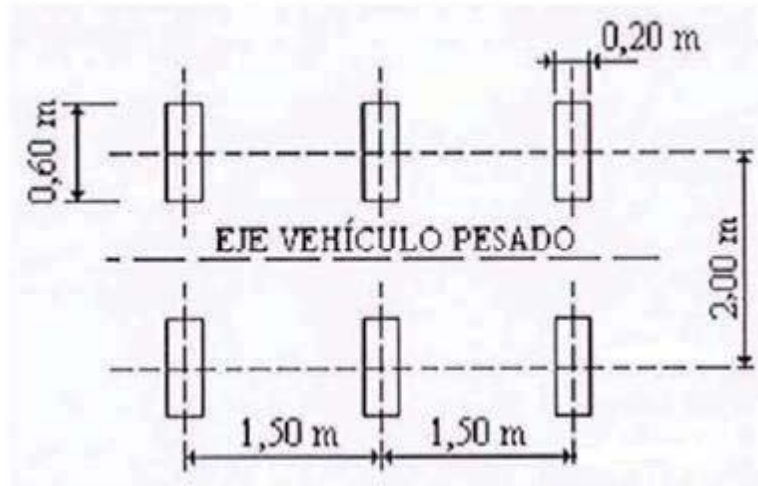
Se pasa a calcular la acción de la sobrecarga sobre una banda de losa transversal y actuante como una carga uniformemente distribuida en las barras transversales que sustituyen a las bandas de losa aligerada y macizada.

$$SC_{uso_{Banda\ de\ losa\ transversal}} = \frac{4 * 7 * 1,625}{6,7} = 6,8 \text{ KN/m}$$

Sobrecarga de uso banda de losa transversal	6,8 KN/m
---	----------

Sobrecarga puntual Vertical

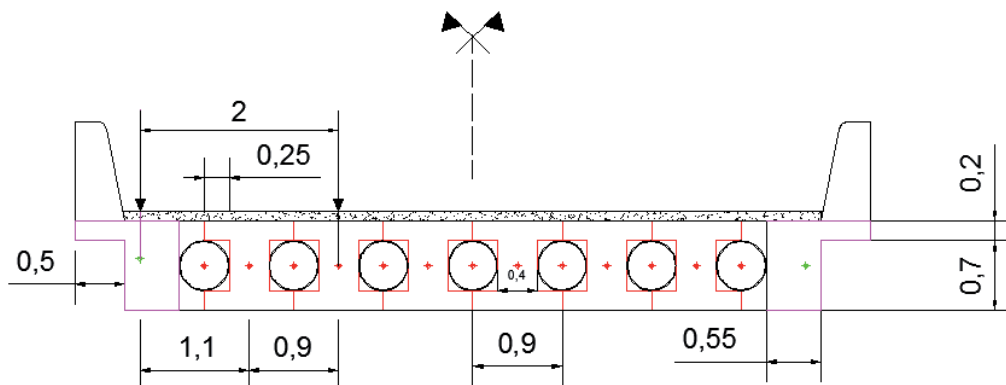
La instrucción establece un vehículo de 600 KN cuyo eje longitudinal se considerará paralelo a la calzada y formado por seis cargas de 100 KN, en puentes de anchura de plataforma del tablero menor o igual que doce metros.



Cargas puntuales del carro de la instrucción

La instrucción define que se aplicarán tres cargas de 100 KN separadas 1,50 metros en sentido longitudinal, dejando una separación entre el tren de cargas más exterior del vehículo pesado con el borde de la plataforma del carril de 50 cm y con una separación transversal entre hilera de cargas puntuales del vehículo de 2 metros.

A efectos de cálculo el esquema de cargas puntuales se ajusta a la siguiente distribución, respetando las separaciones longitudinales y transversales de los trenes de cargas del vehículo pesado acercándolo más al pretil del tablero que lo marcado por la normativa con carácter simplificativo del cálculo y del lado de la seguridad.



En todos los valores de las cargas verticales definidas está ya incluido el correspondiente coeficiente de impacto, que tiene en cuenta el carácter dinámico de las cargas, para poder aplicarse como cargas equivalentes estáticas en los cálculos estructurales en puentes de carretera del lado de la seguridad.

Tren de cargas 1 (100+100+100)	Viga de borde
Tren de cargas 1 (100+100+100)	Viga interior nº 2
Separación transversal	2 m
Separación longitudinal	1,5 m

Acción de frenado y arranque de tráfico rodado

El frenado, arranque o cambio de velocidad de los vehículos, dará lugar a una acción coplanaria al tablero del puente y en el sentido longitudinal de este.

Para cuantificar esta acción se tomará, de acuerdo a la IAP, el valor mínimo exigido de 140 KN distribuido en la longitud del puente de 26 metros y distribuida uniformemente en las vigas físicas longitudinales.

$$SC_{\text{Frenado,Arranque Barras físicas longitudinales}} = \frac{140}{26 * 8} = 0,67 \text{ KN/m}$$

Sobrecarga de uso de frenado+arranque por viga física	0,67 KN/m
---	-----------

Dicha sobrecarga se aplica con un sentido longitudinal cualquiera.

Se toma tal acción mínima, del lado de la seguridad, por exigencias de la instrucción, debido a la naturaleza del tráfico a bajas velocidades (10-15Km/h) condicionado por la circulación propia de un puente rural y con la ubicación característica del presente proyecto.

Fuerza centrífuga

No procede en el dimensionamiento del presente proyecto por ser un puente de planta recta, por consiguiente, no se generaran fuerzas transversales centrífugas.

Viento

Para la definición de las fuerzas asociadas al viento, según la IAP, se debe obtener en primer lugar la velocidad del viento de cálculo, que se define como la máxima velocidad de ráfaga que puede afectar al puente en su conjunto o a alguna de sus partes.

Se obtiene mediante la expresión:

$$V_c = C_t * C_r * C_z * C_g * V_{ref}$$

V_{ref} = Velocidad de referencia = 27 m/s (Valor tomado del mapa de isostacas de la instrucción para la zona de proyecto)

C_r = Factor de riesgo para estado persistente=1,04

C_t = Factor de topografía = 1

C_z = Factor de altura

Tipo de entorno: IV (Zona suburbana con 15% edificado)

Valores dados por IAP: $K_z = 0,24$, $Z_0 = 1,00m$, $Z_{min} = 16 m$

Como z =punto de aplicación de la ráfaga de viento sobre el nivel del agua es inferior a 16 metros, entonces se aplica la formulación:

$$C_z = K_z * \ln \frac{z_{min}}{z_0} = 0,665$$

$$C_g = \text{Factor de ráfaga} = \sqrt{1 + \frac{7 * K_z}{C_z * C_t}} = 1,88$$

Finalmente $V_c = 31 m/s$

Una vez conocida la velocidad de la ráfaga de viento de cálculo se pasan a evaluar las fuerzas uniformemente distribuidas de empuje.

-Empuje transversal aplicado en el plano horizontal sobre la viga de borde de aguas arriba del tablero:

$$F_t = C_D * A * (0,5 * \rho * V_c^2) = 0,9 \frac{KN}{m}$$

ρ = Densidad del aire = 1,25 kg/m³

A = Area neta expuesta al viento = $\frac{1,2m^2}{m.l. \text{ tablero}}$

$C_D = 1,3$

-Empuje vertical, sobre el tablero:

$$F_v = 0,5 * A' * 0,5 * \rho * V_c^2 = 2,1 \text{ KN/m} \rightarrow 0,3 \text{ KN/m} * \text{barra longitudinal}$$

$$\rho = \text{Densidad del aire} = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$A' = \text{Area en planta en planta del } \frac{\text{tablero}}{\text{m.l}} = 7 \text{ m}^2$$

El empuje vertical del viento se aplicará en el sentido más desfavorable.

Carga uniformemente distribuida Horizontal sobre viga de borde a.a	0,9 KN/m
Carga uniformemente distribuida Vertical sobre cada viga longitudinal	0,3 KN/m

Sobrecarga de Nieve

Se supondrá una sobrecarga de nieve en todas aquellas superficies del tablero sobre las que no se haya considerado la actuación de la sobrecarga de uso de 4 KN/m. Al haberse considerado en la sobrecarga mencionada en toda la superficie del tablero no se procede a considerar la nieve.

Acciones Accidentales

Impacto lateral contra sistemas de contención de vehículos

Se considera, de acuerdo a la IAP, la asimilación del impacto de un solo vehículo contra la barrera de contención rígida que se dispone para el tablero del puente del presente proyecto, a una carga:

-Una carga puntual de 30 KN en el sentido longitudinal del tablero aplicada sobre la viga de borde del tablero.

-No se considera un impacto de vehículo mayor debido a la velocidad necesaria de acceso al puente que impide entradas a gran velocidad de vehículos, acorde con el entorno rural al que da acceso.

El efecto del impacto se considerará donde resulte más desfavorable.

Carga puntual longitudinal en viga de borde	30 KN
Brazo de aplicación de la fuerza respecto base de la contención	0,50 m

Impacto de material flotante durante avenida o contención de avenida

Se considera a nivel de dimensionamiento la fuerza de impacto aportada por la Federal emergency management agency of the United States of America por considerarse ajustada a la hipótesis de avenida portante de flotantes del proyecto.

Se considera una única carga concentrada actuando horizontalmente sobre la viga de borde de aguas arriba del tablero. Dicha fuerza es igual a la fuerza del impacto producido por 500 kg de peso de escombros que viajan a la velocidad del agua de la inundación y actúa sobre una superficie de 0,1 m² de la cara de la estructura, donde se asume se produzca el impacto. La fuerza de impacto se aplicará donde resulte más desfavorable. La fuerza de impacto toma el valor dado:

$$F_{\text{impacto_avenida}} = 0,01 * \frac{W}{g} * \frac{U_b}{t} = 0,01 * \frac{500}{9,81} * \frac{3,42}{0,1} = 18 \text{ KN}$$

W=peso de los escombros=500 kg

U_b =Velocidad del flujo de agua durante la avenida en la sección de paso del puente, estudiada en el anejo IV, hidrología=3,42 m/s

t = intervalo de tiempo durante el cual ocurre el impacto, para hormigón armado/pretensado=0,1 s.

Carga puntual perpendicular a viga de borde a.a	18 KN
---	-------

Además se toma una carga horizontal de contención de la crecida de avenida de proyecto del río de valor 10 KN/m, del lado de la seguridad, aplicada en los 20 metros de tramo central del puente.

Carga uniforme crecida del río	10 KN/m
--------------------------------	---------

Acciones por deformaciones impuestas

Esta tipología de acciones dominadas por las deformaciones coaccionadas por gradientes de temperatura y las deformaciones coaccionadas de fluencia y retracción del hormigón, no introducen esfuerzos en el tablero por la naturaleza isostática del fenómeno de la retracción higroscópica del hormigón y de la dilatación/contracción térmica en el tablero biapoyado y por la naturaleza isostática de la fluencia ante las cargas permanentes en el tablero biapoyado.

Acciones Permanentes No constantes

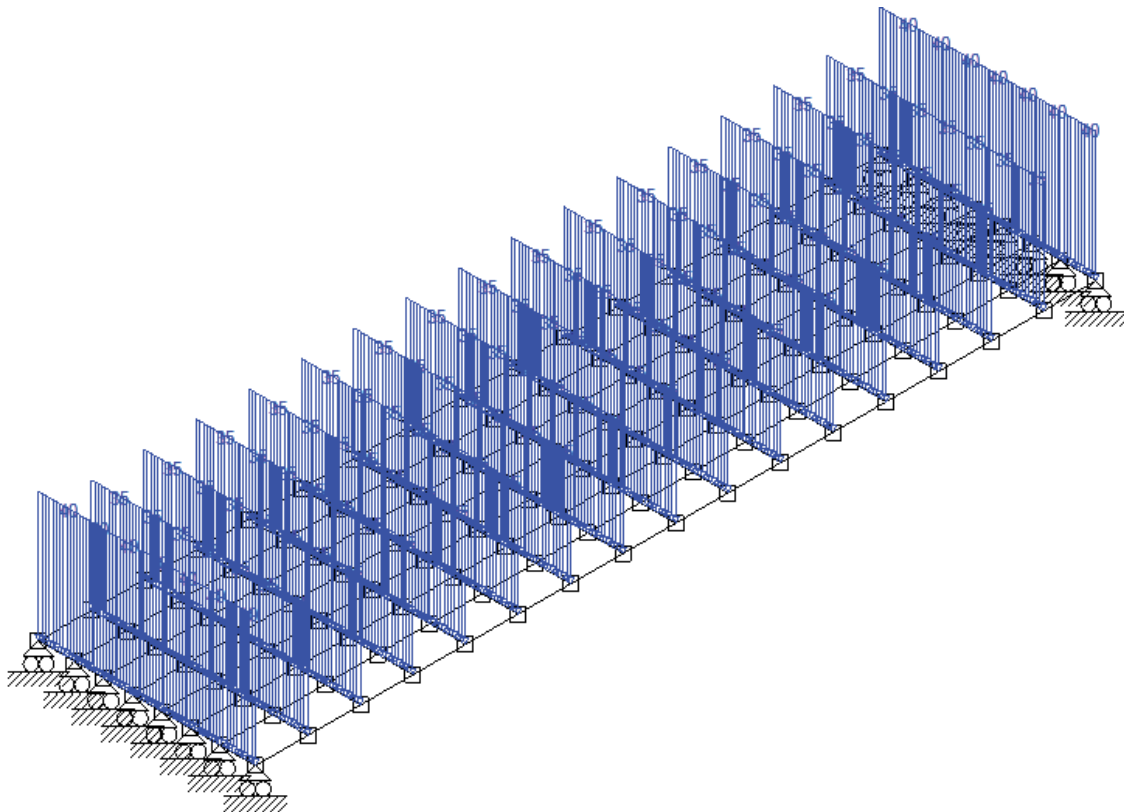
Pretensado

La acción de pretensado no está prefijada ni es susceptible de una estimación directa pues es objeto fundamental de estudio del presente anejo y se aborda unos epígrafes más abajo.

3.5 Combinación de acciones

Para la definición de las situaciones pésimas donde la estructura del tablero se ve más solicitada se estudió en primer lugar las posiciones más exigentes de las acciones sobre el tablero.

La carga permanente formada por el peso propio, la carga muerta de pavimento y la carga muerta de pretilas es un conjunto de acciones fijas en el espacio. Se muestra su disposición espacial.

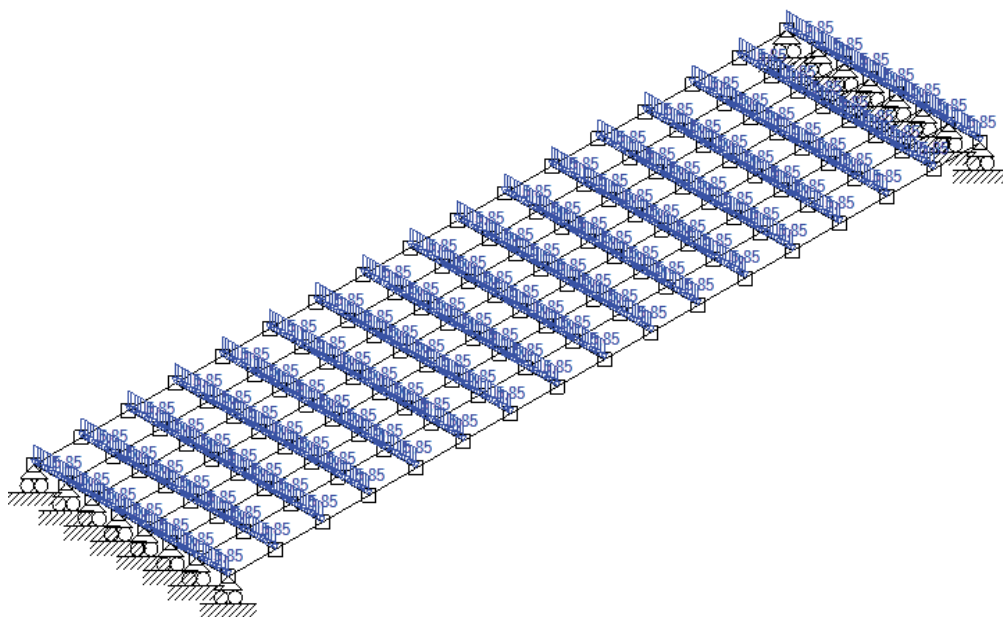


Peso Propio en bandas de losa transversal

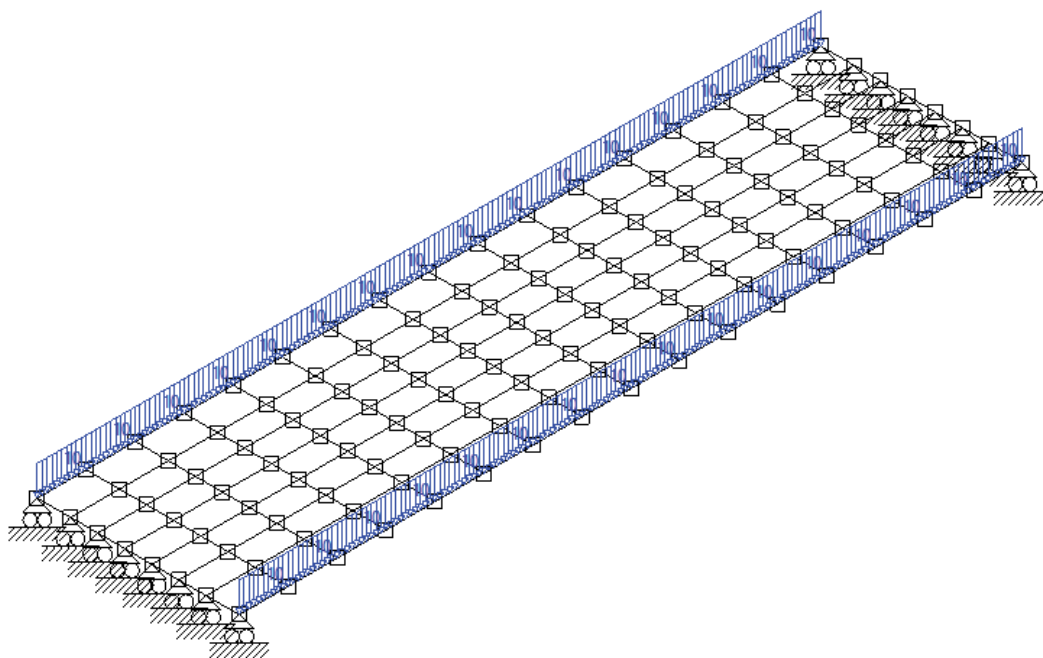
El peso propio posee la particularidad de estar compuesto por el material de hormigón armado y pretensado y por el agua que pudiera filtrarse de manera natural dentro del tablero, en la hipótesis de llenado completo de los aligeramientos.

Este tratamiento reduce el número de combinaciones, ya extenso como se verá, es del lado de la seguridad en ELS y ELU y se matizará en la comprobación en vacío del tablero pretensado para lograr un pretensado fiable en ELS que al mismo tiempo no dañe la estructura en construcción.

También se matizará en la comprobación del ELU de equilibrio global para comprobar que en el supuesto de vaciado completo de los aligeramientos ninguna reacción en los apoyos resulte negativa (ineficaz).



Carga muerta del pavimento del tablero en bandas de losa.



Carga muerta de pretiles del tablero colocada en las vigas de borde físicas.

Para realizar la combinación de las acciones variables, siendo estas, sobrecarga uniforme distribuida en la situación más desfavorable, tren de cargas de dimensiones fijadas situado en la situación más desfavorable y viento se realizó un pre estudio de fijación de las posiciones críticas de las acciones con objeto de limitar la combinación de acciones.

Para ello se asimiló el tablero bidimensional al modelo unidimensional de una viga isostática y se aplicó el principio de los trabajos virtuales.

Del análisis simplificado enunciado resultaron las siguientes posiciones críticas:

1° SC de uso uniformemente distribuida. Se plantean como distribuciones críticas, debido a esfuerzos pésimos flectores, cortantes o torsores:

- Sobrecarga de uso aplicada en todas las bandas completas de losa transversal del tablero del puente.

- Sobrecarga de uso aplicada en todas las semibandas de losa transversal del puente.

2° Tren de cargas de la instrucción de dimensiones fijadas. Se plantean como distribuciones críticas, debido a esfuerzos pésimos flectores, cortantes o torsores:

- Tren de cargas aplicado en el estribo del tablero y apeado al borde de la plataforma (TCEB).

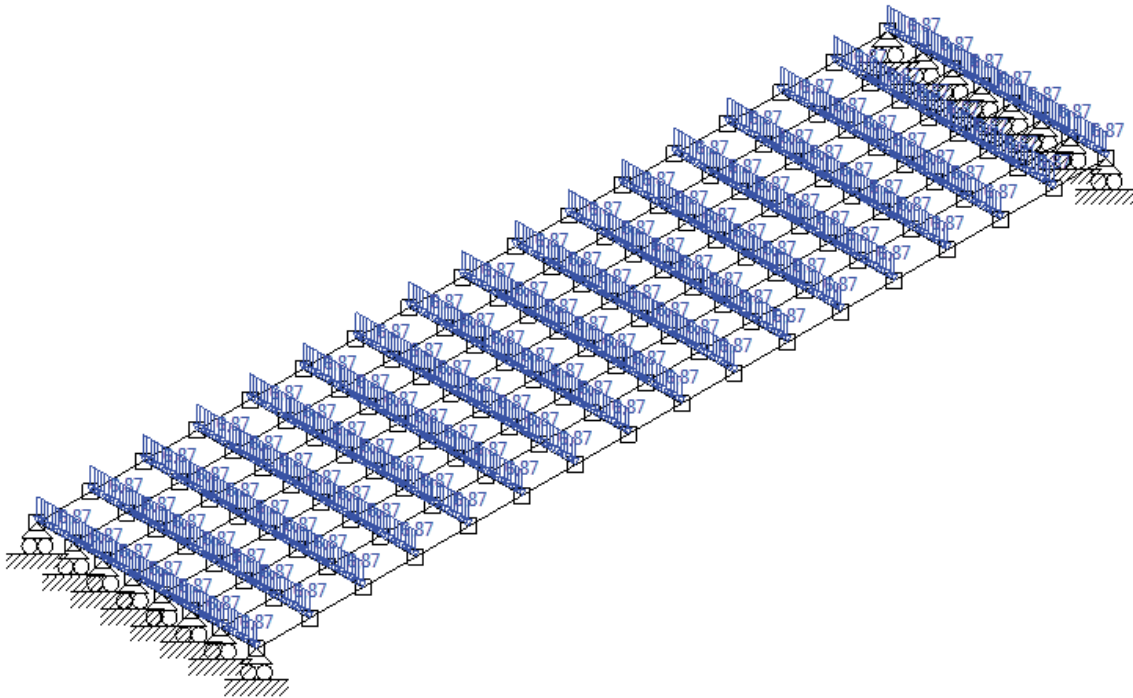
- Tren de cargas aplicado en el centro del vano del tablero y centrado en la calzada (TCVC).

- Tren de cargas aplicado en el estribo del tablero y centrado en la calzada (TCEC).

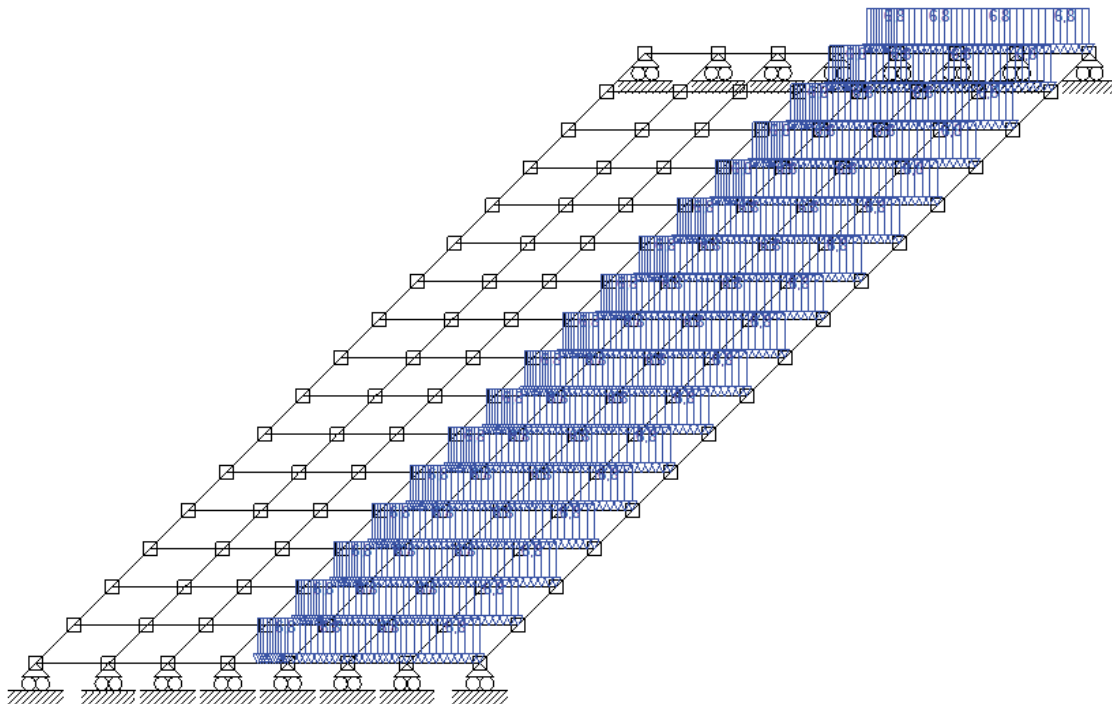
- Tren de cargas aplicado en el centro del vano del tablero y apeado al borde de la plataforma (TCVB).

3° Viento: La sobrecarga del viento se considera aplicada uniformemente distribuida sobre las vigas físicas longitudinales del tablero con dirección gravitatoria y sentido hacia abajo.

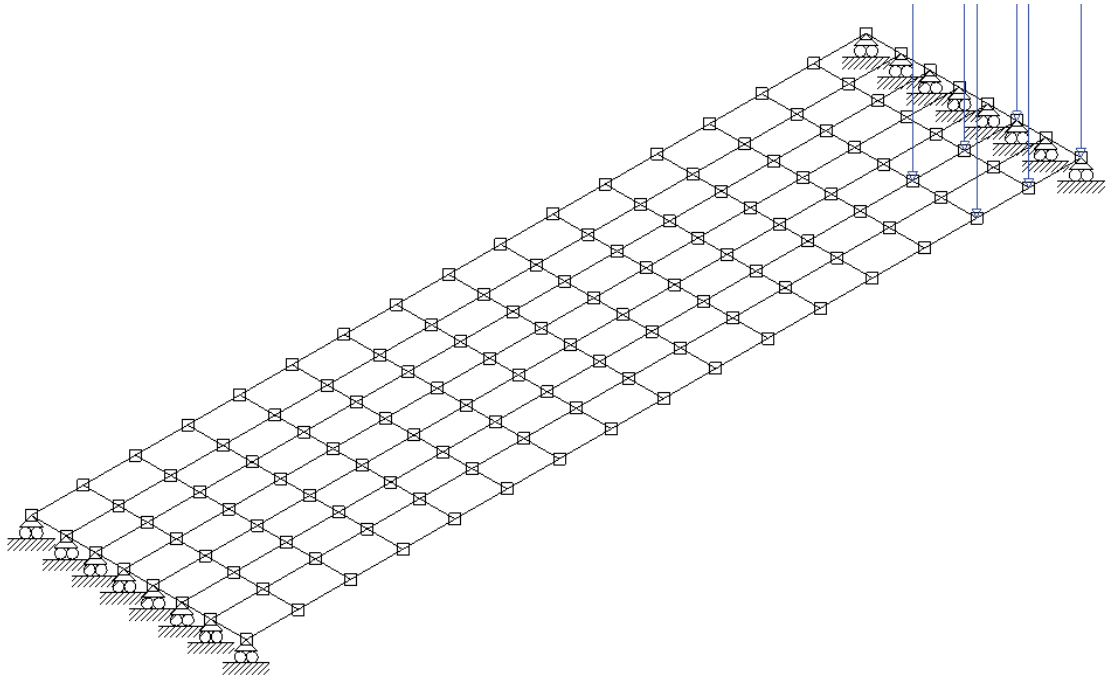
Se muestran las acciones variables objeto de combinación a continuación.



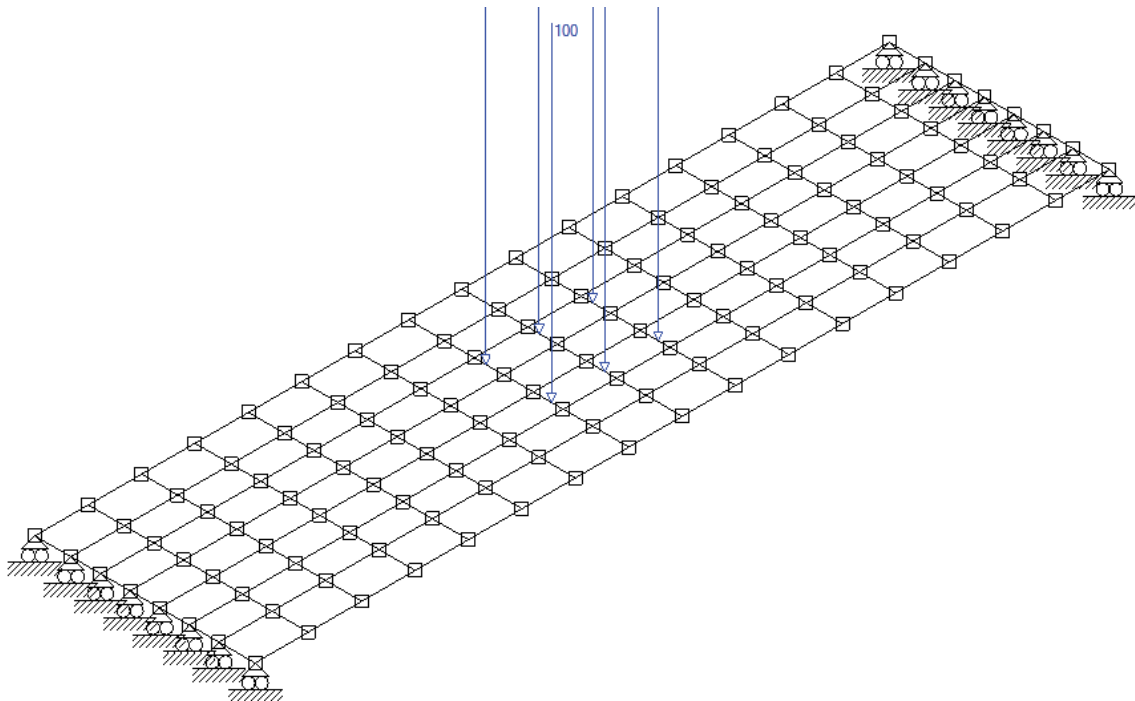
Sobrecarga de uso en bandas de losa transversal



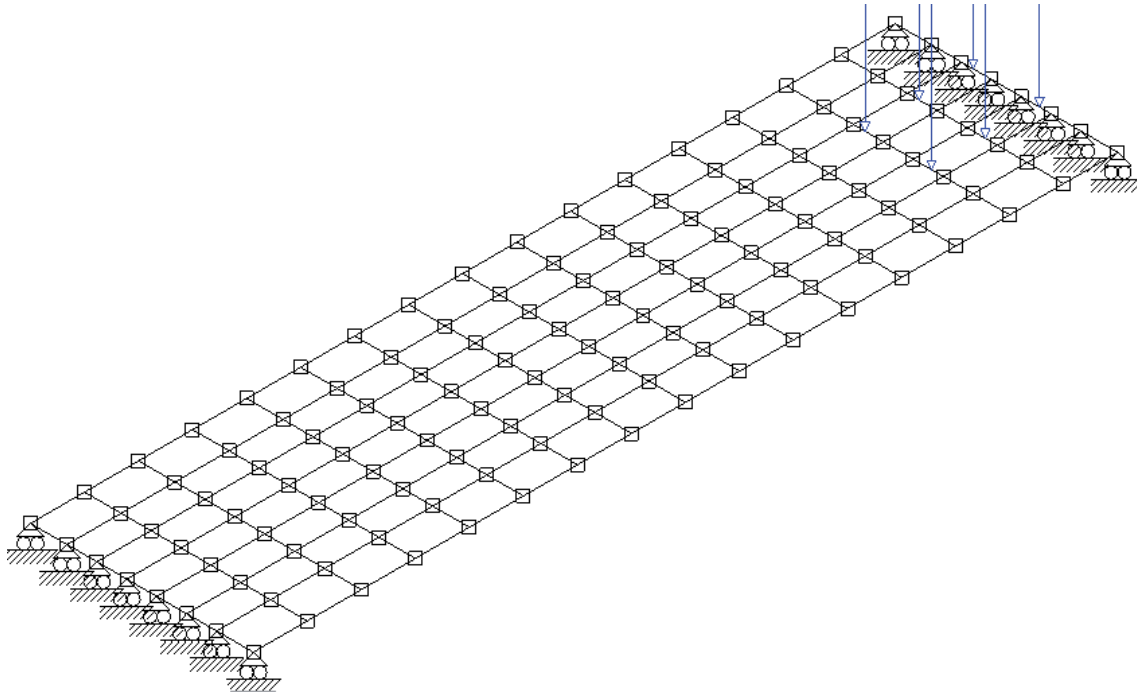
Sobrecarga de uso en semibandas de losa transversal



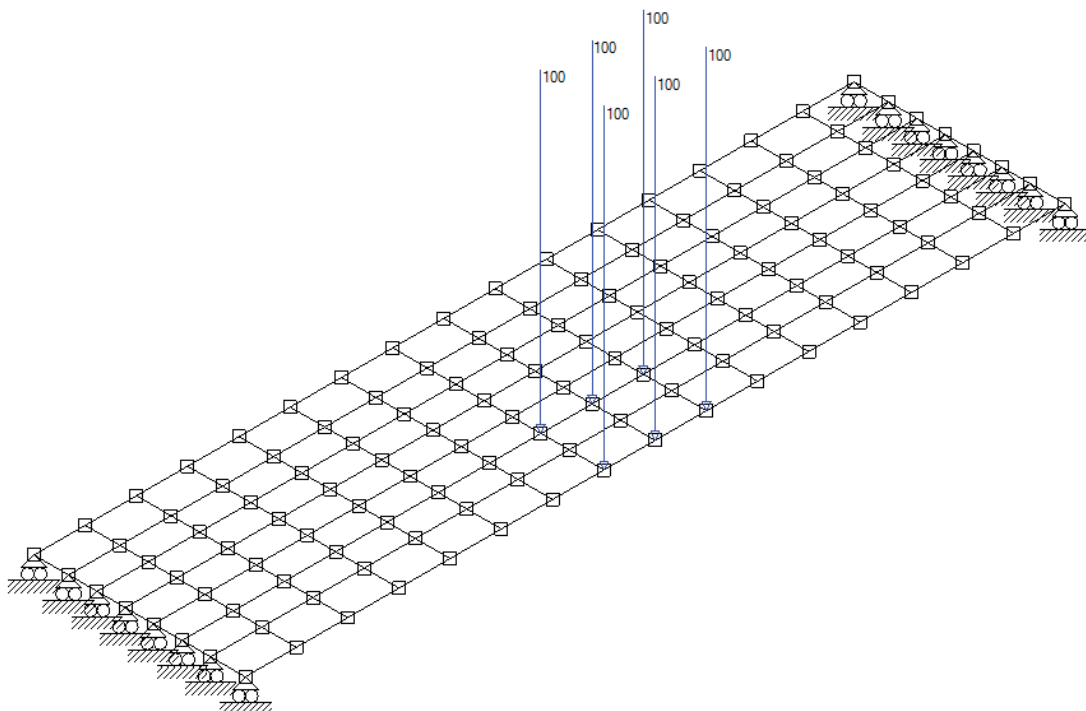
Tren de cargas en el estribo y apeado al borde de la plataforma.



Tren de cargas en el centro de vano y centrado en la calzada.



Tren de cargas en el estribo y centrado en la plataforma.



Tren de cargas en el centro del vano y apoyado en el borde de la calzada.

Una vez obtenidas las posiciones críticas de las acciones variables en el espacio y ubicadas las posiciones de las acciones fijas permanentes se procede a la generación de combinaciones de acciones en ELS siguiendo los siguientes criterios:

-No se puede conocer con anterioridad la combinación pésima en servicio:

$$Carga\ Permanente + SC_{uso}^{Banda/Semibanda} + TCEB/TCVC/TCEC/TCVB + viento$$

-Se deben aplicar las 3 hipótesis de combinación de acciones en ELS recogidas por la normativa de obligado cumplimiento EHE-08:

- Combinación poco probable:

$$\sum \gamma_G * G_K + \gamma_P * P_K + \gamma_Q * Q_K + \sum \gamma_Q * \psi_0 * Q_K$$

- Combinación frecuente:

$$\sum \gamma_G * G_K + \gamma_P * P_K + \gamma_Q * \psi_1 * Q_K + \sum \gamma_Q * \psi_2 * Q_K$$

- Combinación casipermanente:

$$\sum \gamma_G * G_K + \gamma_P * P_K + \sum \gamma_Q * \psi_2 * Q_K$$

-La acción del pretensado se considera desacoplada del comportamiento pésimo en estado límite de servicio del tablero en su modo de trabajo principal, gracias al comportamiento lineal de la estructura en régimen elástico.

-Los coeficientes de combinación de acciones considerados, de acuerdo a la IAP son $\psi_0 = 0,6$, $\psi_1 = 0,5$, $\psi_2 = 0,2$.

Se pasan a referir las combinaciones resultantes ensayadas:

1. CP+SC_B+0,6*TCEB+0,6*Viento Combinación poco probable
2. CP+SC_B+0,6*TCVC+0,6*Viento Combinación poco probable
3. CP+SC_B+0,6*TCEC+0,6*Viento Combinación poco probable
4. CP+SC_B+0,6*TCVB+0,6*Viento Combinación poco probable
5. CP+TCEB+0,6*SC_B+0,6*Viento Combinación poco probable
6. CP+TCVC+0,6*SC_B+0,6*Viento Combinación poco probable

7. $CP+TCEC+0,6*SC_B+0,6*Viento$ Combinación poco probable
8. $CP+TCVB+0,6*SC_B+0,6*Viento$ Combinación poco probable
9. $CP+SC_SB+0,6*TCEB+0,6*Viento$ Combinación poco probable
10. $CP+SC_SB+0,6*TCVC+0,6*Viento$ Combinación poco probable
11. $CP+SC_SB+0,6*TCEC+0,6*Viento$ Combinación poco probable
12. $CP+SC_SB+0,6*TCVB+0,6*Viento$ Combinación poco probable
13. $CP+TCEB+0,6*SC_SB+0,6*Viento$ Combinación poco probable
14. $CP+TCVC+0,6*SC_SB+0,6*Viento$ Combinación poco probable
15. $CP+TCEC+0,6*SC_SB+0,6*Viento$ Combinación poco probable
16. $CP+TCVB+0,6*SC_SB+0,6*Viento$ Combinación poco probable
17. $CP+0,5*SC_B+0,2*TCEB+0,2*Viento$ Combinación frecuente
18. $CP+0,5*SC_B+0,2*TCVC+0,2*Viento$ Combinación frecuente
19. $CP+0,5*SC_B+0,2*TCEC+0,2*Viento$ Combinación frecuente
20. $CP+0,5*SC_B+0,2*TCVB+0,2*Viento$ Combinación frecuente
21. $CP+0,5*TCEB+0,2*SC_B+0,2*Viento$ Combinación frecuente
22. $CP+0,5*TCVC+0,2*SC_B+0,2*Viento$ Combinación frecuente
23. $CP+0,5*TCEC+0,2*SC_B+0,2*Viento$ Combinación frecuente
24. $CP+0,5*TCVB+0,2*SC_B+0,2*Viento$ Combinación frecuente
25. $CP+0,5*SC_SB+0,2*TCEB+0,2*Viento$ Combinación frecuente
26. $CP+0,5*SC_SB+0,2*TCVC+0,2*Viento$ Combinación frecuente
27. $CP+0,5*SC_SB+0,2*TCEC+0,2*Viento$ Combinación frecuente
28. $CP+0,5*SC_SB+0,2*TCVB+0,2*Viento$ Combinación frecuente
29. $CP+0,5*TCEB+0,2*SC_SB+0,2*Viento$ Combinación frecuente
30. $CP+0,5*TCVC+0,2*SC_SB+0,2*Viento$ Combinación frecuente
31. $CP+0,5*TCEC+0,2*SC_SB+0,2*Viento$ Combinación frecuente
32. $CP+0,5*TCVB+0,2*SC_SB+0,2*Viento$ Combinación frecuente
33. $CP+0,2*SC_B+0,2*TCEB+0,2*Viento$ Comb. Casipermanente
34. $CP+0,2*SC_B+0,2*TCVC+0,2*Viento$ Comb. Casipermanente
35. $CP+0,2*SC_B+0,2*TCEC+0,2*Viento$ Comb. Casipermanente
36. $CP+0,2*SC_B+0,2*TCVB+0,2*Viento$ Comb. Casipermanente
37. $CP+0,2*SC_SB+0,2*TCEB+0,2*Viento$ Comb. Casipermanente
38. $CP+0,2*SC_SB+0,2*TCVC+0,2*Viento$ Comb. Casipermanente
39. $CP+0,2*SC_SB+0,2*TCEC+0,2*Viento$ Comb. Casipermanente
40. $CP+0,2*SC_SB+0,2*TCVB+0,2*Viento$ Comb. Casipermanente

De todas las combinaciones mostradas se realizó una simulación de cálculo matricial de 1^{er} orden teniendo en cuenta la deformación por cortante a través del área reducida de cortante de todas las barras del emparrillado, para tener en cuenta según la recomendación de la bibliografía la distorsión de la losa aligerada.

3.6 Esfuerzos de dimensionamiento

Una vez simuladas todas las combinaciones en ELS se muestran los valores máximos de los esfuerzos en las vigas físicas longitudinales y en las vigas virtuales transversales respectivamente. Esfuerzos en KN y mKN.

Comb.	VIGAS FÍSICAS LONGITUD. $\Sigma B.L$				VIGAS VIRTUALES TRANSV. $\Sigma B.T$			
	Mf(+)	Mf(-)	V	T	Mf(+)	Mf(-)	V	T
1	2390,9	38,4	393,1	22,1	13,8	23,0	56,97	53,5
2	2631,0	0,9	364,4	7,2	32,1	6,4	61,4	8,2
3	2390,6	6,4	375,9	8,1	21,1	9,3	58,9	11,5
4	2390,9	38,4	393,0	22,1	21,4	37,1	70,4	50,9
5	2293,9	64,2	426,8	36,7	22,9	34,8	78,1	88,5
6	2693,9	0,9	362,0	11,7	52,8	9,7	88,0	13,6
7	2293,4	11,2	383,0	12,8	34,5	13,6	83,0	19,8
8	2729,1	65,2	397,2	66,5	35,7	58,4	100,6	84,2
9	2240,3	61,5	395,4	37,3	20,3	33,0	72,8	86,0
10	2477,4	22,6	347,3	19,5	35,1	13,5	64,2	33,4
11	2240,2	23,8	354,3	21,4	22,9	16,2	75,2	39,9
12	2501,5	62,1	377,6	57,5	30,3	43,2	77,5	83,5
13	2203,4	78,0	428,3	45,4	24,9	40,8	83,4	108,2
14	2601,8	13,1	351,8	16,6	54,8	11,9	84,3	20,1
15	2203,1	15,3	369,9	20,8	35,7	17,2	90,9	36,9
16	2638,7	79,0	398,6	76,5	39,2	61,8	104,3	103,8
17	2202,8	14,2	331,8	8,6	7,4	12,2	35,0	18,9
18	2282,7	1,3	325,1	2,3	8,6	5,9	31,7	2,6
19	2202,7	1,7	327,0	2,4	6,5	7,6	34,4	2,4
20	2289,7	14,4	326,2	13,8	9,2	17,9	39,9	18,1
21	2130,0	33,5	348,4	18,8	11,8	21,0	49,0	45,3
22	2329,9	1,1	323,4	5,8	24,2	5,2	51,7	6,7
23	2129,7	4,6	332,3	5,9	16,1	8,1	51,0	8,3
24	2347,5	34,0	333,5	33,8	18,0	33,9	60,4	43,2
25	2127,5	25,7	324,2	16,7	8,0	14,8	43,5	35,3
26	2206,0	12,8	316,5	10,3	10,2	8,8	36,5	17,7
27	2127,4	13,2	317,3	10,9	7,7	10,1	42,5	17,9
28	2214,5	25,9	318,3	23,0	10,8	20,5	46,5	34,4
29	2099,8	38,2	348,9	21,6	12,0	21,6	51,5	51,9
30	2299,3	5,7	319,9	7,4	24,9	6,5	52,3	8,2
31	2099,7	6,8	327,9	8,6	16,5	9,0	54,3	14,0
32	2317,4	38,1	334,0	37,1	18,7	35,0	62,0	49,7
33	2111,2	14,7	318,5	8,8	7,1	12,5	33,6	19,2
34	2191,0	1,8	311,8	2,4	7,7	6,4	30,8	2,6
35	2111,0	2,2	313,6	2,7	6,2	8,3	33,6	2,8

36	2198,2	14,9	312,9	14,1	8,8	18,7	38,3	18,5
37	2081,0	19,3	315,0	11,3	7,3	13,0	37,4	25,8
38	2155,2	6,35	307,5	4,8	8,4	7,1	31,3	8,4
39	2080,9	6,8	309,6	5,4	6,5	9,3	36,9	7,3
40	2168,1	19,5	309,5	17,7	9,5	19,7	40,1	24,9

Una vez simulados los esfuerzos que solicitan el tablero de la estructura en las diferentes combinaciones se destacan las siguientes conclusiones:

- Para las vigas longitudinales físicas:

-Combinación 24: $CP+0,5*TCVB+0,2*SC_B+0,2*Viento$, Combinación frecuente, genera el M_f (+) solicitante pésimo para la situación frecuente en Estado Limite de Servicio, es el momento flector de dimensionamiento en ELS de la acción de pretensado.

- Combinación 8: $CP+TCVB+0,6*SC_B+0,6*Viento$, Combinación poco probable, genera el M_f (+) pésimo y por tanto las posiciones de las sobrecargas que dan el M_f (+) pésimo para la comprobación del estado limite ultimo persistente o transitorio de momento flector en hormigón pretensado posteso.

-Combinación 29: $CP+0,5*TCEB+0,2*SC_{SB}+0,2*Viento$, Combinación frecuente, genera el M_f (-) pésimo en ELS y será necesario:

- ✓ Comprobar el estado tensional en Estado límite de servicio con la acción del pretensado para asegurar que no se produce la fisuración.

-Combinación 16: $CP+TCVB+0,6*SC_{SB}+0,6*Viento$, Combinación poco probable, genera el M_f (-) pésimo y será necesario:

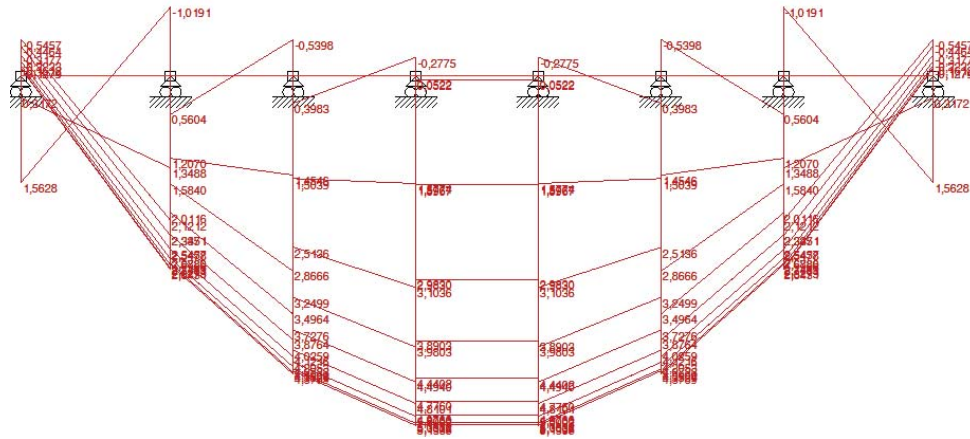
- ✓ Ensayar la combinación de acciones en Estado límite último comprobando que no se agota la sección en ELU persistente o transitorio de momento flector en hormigón pretensado posteso.

-Combinación 13: $CP+TCEB+0,6*SC_{SB}+0,6*Viento$, Combinación poco probable, genera el cortante pésimo y por tanto las posiciones de las sobrecargas que dan el V pésimo para la comprobación del estado limite ultimo persistente o transitorio de cortante en hormigón pretensado posteso.

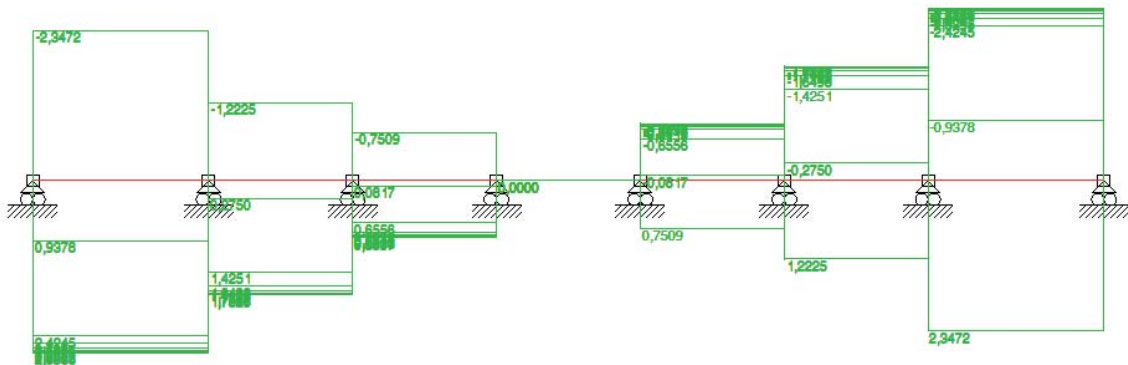
- Combinación 16: $CP+TCVB+0,6*SC_{SB}+0,6*Viento$, Combinación poco probable, genera el momento torsor pésimo y por tanto las posiciones de las sobrecargas que dan el T pésimo para la comprobación del estado limite ultimo persistente o transitorio de torsor en hormigón pretensado posteso.

❖ Para las vigas Transversales virtuales (Bandas de losa transversales):

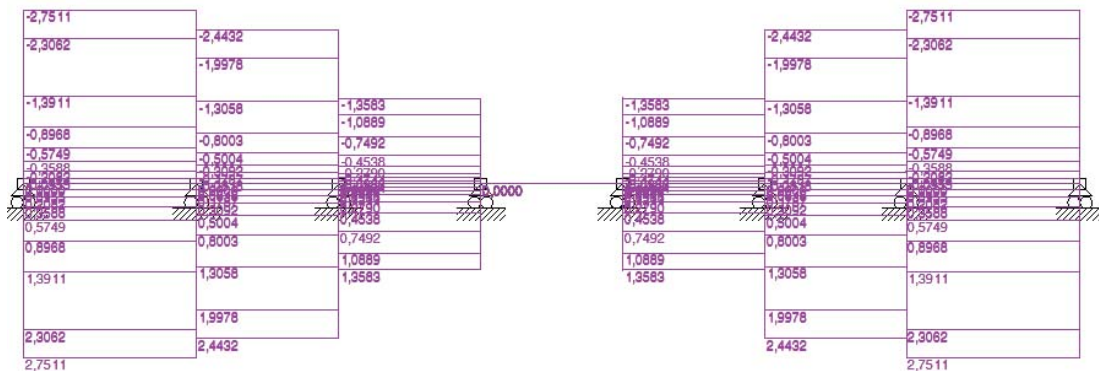
-Se ha comprobado tras la simulación de la acción exterior del pretensado sobre el tablero, una influencia mínima en el comportamiento de las barras transversales del modelo, tal como se muestra.



Leyes de momentos flectores superpuestas para una carga de pretensado de $q=40$ KN/m ascendente distribuida en las vigas físicas longitudinales.



Leyes de cortantes superpuestas para una carga de pretensado de $q=40$ KN/m ascendente distribuida en las vigas físicas longitudinales.



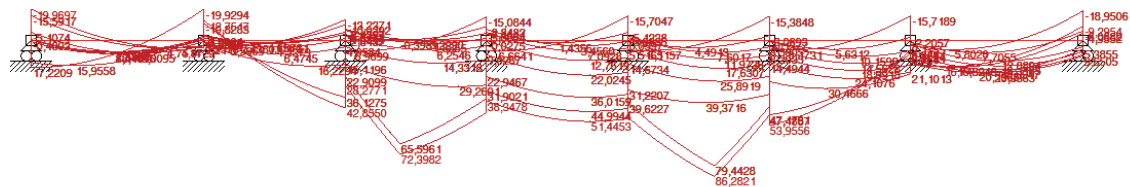
Leyes de momentos torsores superpuestas para una carga de pretensado de $q=40$ KN/m ascendente distribuida en las vigas físicas longitudinales.

-Para introducir el efecto del pretensado longitudinal en el dimensionamiento del armado de las bandas de losa transversal de hormigón armado se introducirá **en valor absoluto** el esfuerzo:

- ✓ $M_{f_{Dimensionamiento}}^+$ = Max (Momentos flectores positivos en las barras transversales provocado por la acción del pretensado).
- ✓ $M_{f_{Dimensionamiento}}^-$ = Max (Momentos flectores negativos en las barras transversales provocado por la acción del pretensado).
- ✓ $V_{Dimensionamiento}$ = Max (Cortantes en las barras transversales provocado por la acción del pretensado).
- ✓ $T_{Dimensionamiento}$ = Max (Momentos torsores en las barras transversales provocado por la acción del pretensado).

-Combinación 14: CP+TCVC+0,6*SC_SB+0,6*Viento, Combinación poco probable, genera el M_f (+) pésimo y por tanto las posiciones de las sobrecargas que dan el M_f (+) pésimo para el dimensionamiento del estado limite ultimo persistente o transitorio de momento flector en el hormigón armado de las bandas de losa transversal.

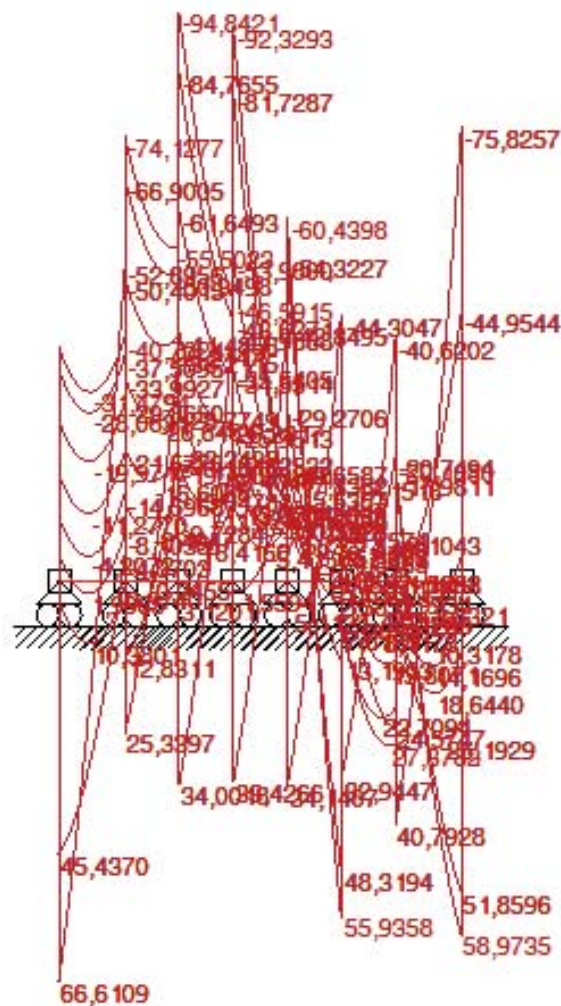
ELU Persistente o transitorio	1,35*CP+ 1,5*(TCVC+SC_SB+Viento)
M_f^+	86,3 mKN



ELU de flector de las barras transversales

-Combinación 16: CP+TCVB+0,6*SC_SB+0,6*Viento, Combinación poco probable, genera el M_f^- pésimo y por tanto las posiciones de las sobrecargas que dan el M_f^- pésimo para el dimensionamiento del estado limite ultimo persistente o transitorio de momento flector en el hormigón armado de las bandas de losa transversal.

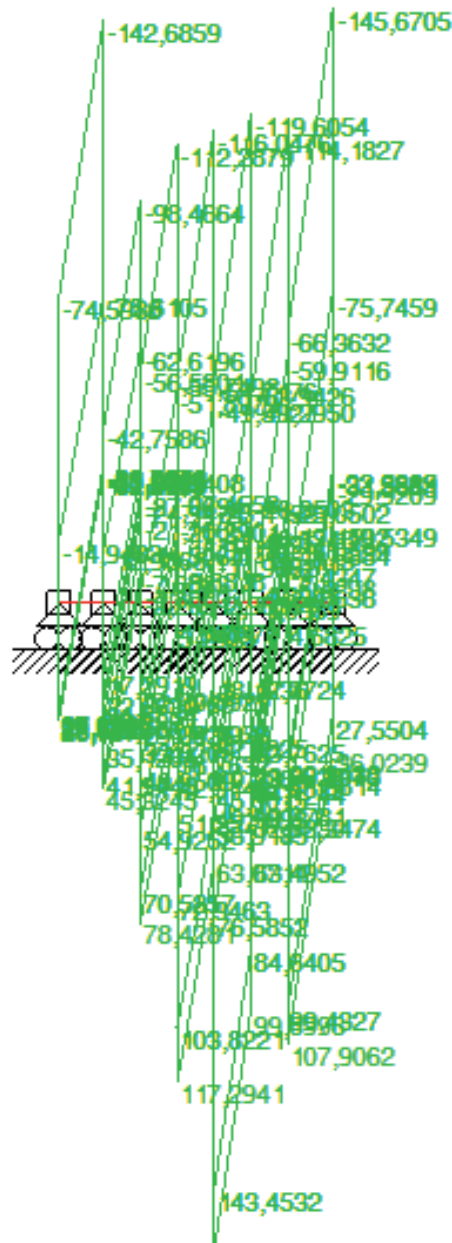
ELU Persistente o transitorio	1,35*CP+1,5*(TCVB+SC_SB+Viento)
M_f^-	94,8 mKN



ELU de flector de las barras transversales

-Combinación 16: CP+TCVB+0,6*SC_SB+0,6*Viento, Combinación poco probable, genera el V pésimo y por tanto las posiciones de las sobrecargas que dan el V pésimo para el dimensionamiento del estado limite ultimo persistente o transitorio de cortante en el hormigón armado de las bandas de losa transversal.

ELU Persistente o transitorio	$1,35*CP+1,5*(TCVB+SC_SB+Viento)$
V	145,6 KN



ELU de cortante barras transversales

-Combinación 13: CP+TCEB+0,6*SC_SB+0,6*Viento, Combinación poco probable, genera el T pésimo y por tanto las posiciones de las sobrecargas que dan el T pésimo para el dimensionamiento del estado limite ultimo persistente o transitorio de momento torsor en el hormigón armado de las bandas de losa transversal.

ELU Persistente o transitorio	$1,35*CP+1,5*(TCEB+SC_SB+Viento)$
T	155,0 mKN



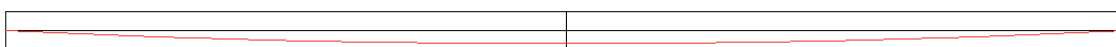
ELU de momento torsor barras transversales

3.7 Dimensionamiento del pretensado

3.7.1 Criterios de dimensionamiento

La acción del pretensado es una acción permanente de valor no constante que no se conoce a priori pues es objeto de dimensionamiento. Esta acción se tendrá en cuenta atendiendo a los siguientes criterios:

- El pretensado postesado está asociado a un conjunto de tendones introducidos en sus respectivas vainas por cada viga física longitudinal del emparrillado. A su vez todos los tendones de la viga física siguen un trazado físico parabólico.



- El trazado de todos los cables de pretensado responde a una parábola centrada en la mitad de la luz, $x=13$ metros.
- El acero con el que se lleva a cabo el pretensado presenta las siguientes características mecánicas, acorde con la norma UNE 36 094 :

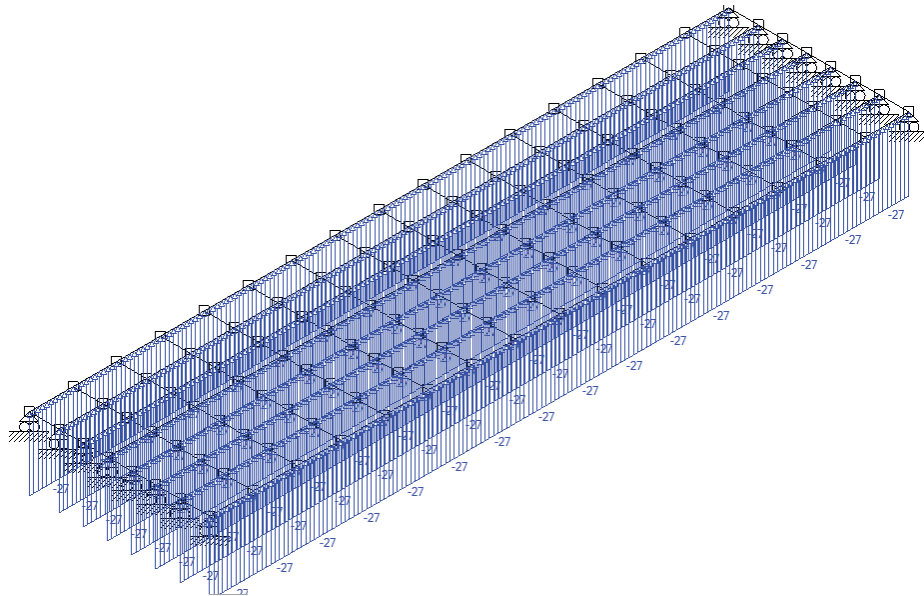
Designación del Acero	Y 1860 S7
Nº de alambres	7
Tipo de alambre	Grafilado
Diámetro nominal del alambre	5 mm
Profundidad de grafila	6 a 10 mm
Longitud de grafila	$5,0 \pm 0,5$ mm
Separación entre grafilas	$8,0 \pm 0,5$ mm
Diámetro nominal del cordón	15,2 mm
Sección metálica nominal del cordón	140 mm ²
Tensión de rotura	1860 Mpa
$0,75 * Tensión\ de\ rotura$	1395 Mpa
Límite elástico	1710 Mpa
$0,90 * Límite\ elástico$	1539 Mpa

$$\text{Sección metálica nominal} = \sum_{i=1}^7 \frac{\pi * \phi_{\text{nominal alambre}}^2}{4} = 7 * \frac{\pi * 5^2}{4} = 140 \text{ mm}^2$$

- Las vainas utilizadas, serán tubos metálicos con corrugaciones en su superficie exterior e interior, para facilitar la adherencia Tendón-lechada de inyección-vaina-hormigón. Presentarán un espesor de 2

mm cumpliendo las prescripciones de las normas UNE-EN 523 y UNE-EN 524.

- El diámetro interior de las vainas, para la realización de una correcta inyección de lechada tomará el valor, $\phi_{vaina} = 10 \text{ mm} + \phi_{estricto}^{tendón}$.
- El pretensado se considera una acción exterior modelada por el sistema de fuerzas equivalentes autoequilibradas establecido por la EHE-08 que a efectos de flexión solamente contribuye con sobrecargas uniformemente distribuidas. Esto se materializa en el modelo del emparrillado del tablero en una carga uniformemente distribuida en todas las vigas físicas longitudinales del tablero.
- Se asumen válidas las siguientes hipótesis para el cálculo:
 - Las pérdidas de pretensado pueden considerarse mediante un coeficiente global $P_{k,inst} = 0,9 * P_{tesado}$, $P_{k,\infty} = 0,75 * P_{tesado}$.
 - El trazado de pretensado está formado por parábolas tangentes.
 - El ángulo que forma el trazado de pretensado con la horizontal es pequeño.



Fuerzas equivalentes autoequilibradas de acción de armadura de pretensado. Acción con efecto isostático exclusivamente.

- La acción exterior del pretensado introduce unas fuerzas puntuales auto-equilibradas en los anclajes de las vigas físicas longitudinales

3.7.2 Cálculo de la fuerza de tesado

3.7.2.1 Introducción

El pretensado tendrá una distribución uniforme en sección transversal.

Los tendones de pretensado postesos embebidos en sus vainas seguirán un trazado parabólico contenido en planos simétricos al plano vertical pasante por el cdg de la sección de cada viga física longitudinal.

Los tendones se anclarán en sus extremos a los cdg de las secciones, pasando por su punto más bajo en el punto medio del tablero ($x=13$ m).

Hipótesis de cálculo:

-Aproximación de la sección neta y homogeneizada a la sección bruta.

$-b_0 + \frac{l_0}{5} = 0,4 + \frac{26}{5} = 5,6 > 0,9$ ancho eficaz nervios doble T, no reducción de ancho.

$-b_0 + \frac{l_0}{10} = 0,4 + \frac{26}{10} = 3,0 > 0,9$ ancho eficaz nervios doble T, no reducción de ancho.

-Tesado en obra hasta el min ($0,75 \cdot$ tensión de rotura, $0,9 \cdot$ límite elástico) = (1395,1539) resultando una tensión de tesado $\sigma_{p0} = 0,75 \times 1860 = 1395$ Mpa.

El objetivo perseguido es encontrar el número de cordones por vaina y el número de vainas a colocar por viga física longitudinal del tablero.

3.7.2.2 Descripción del procedimiento

El procedimiento seguido para dimensionar el sistema de pretensado consistió en construir una hoja Excel con:

-Las características mecánicas de la sección doble T de las vigas interiores.

- Las características mecánicas de la sección L gruesa de las vigas de borde.

-Área nominal metálica del cordón utilizado.

-Nº de cordones por tendón.

-Nº de tendones por viga física.

-Tensión de tesado en obra.

-Recubrimiento mecánico sección centro de vano (Sección de M_f^+ *pesimo*).

-Área de pretensado (calculada automáticamente por Excel).

-Axil solicitante de pretensado (calculada automáticamente por Excel).

-Cargas desviadoras verticales de pretensado para vigas interiores y de borde (calculadas automáticamente por Excel).

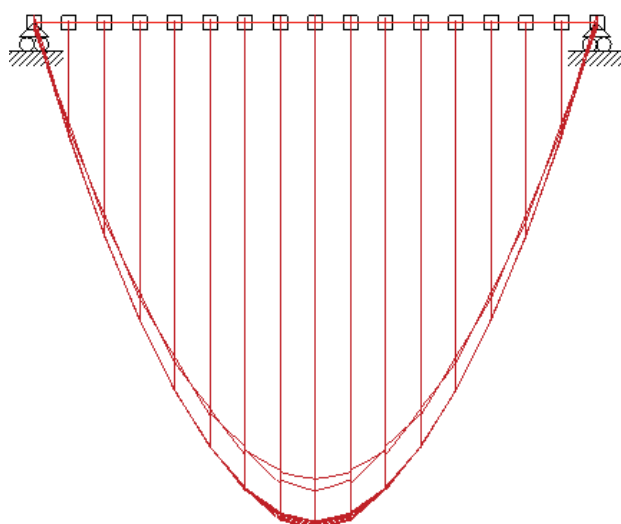
-Estados tensionales de la sección sometida al momento pésimo de cálculo (obtenido por STR, una vez aplicadas en el modelo las cargas desviadoras verticales de pretensado) y al axil de tesado de cálculo en:

→ Vigas interiores longitudinales.

→ Vigas de borde longitudinales.

Se procedió a un proceso iterativo hasta encontrar la fuerza de tesado, conociendo que la $CP+0,5*TCVB+0,2*SC_B+0,2*Viento$, Combinación frecuente, genera el $M_f (+)$ solicitante pésimo para la situación frecuente en Estado Limite de Servicio, de valor 2347,5 mKN.

DATOS A METEER DEL STB		SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
Momento solicitante Positivo(m*KN)	2000	h(m)	Tensiones (Mpa)	h(m)	Tensiones (Mpa)
		0,45	43,11	0,381	38,60805812
		0,4	41,11	0,3	34,99923656
		0,3	37,11	0,2	30,5439013
		0,2	33,11	0,1	26,08856603
		0,1	29,11	0	21,63323077
		0	25,11	-0,1	17,17789551
		-0,1	21,11	-0,2	12,72256024
		-0,2	17,11	-0,3	8,267224977
		-0,3	13,11	-0,4	3,811889713
		-0,4	9,11	-0,5	-0,643445551
		-0,45	7,11	-0,519	-1,489593251
SECCION DOBLE T		Resistencia del hormigon a traccion (Mpa)		Nº de cordones por tendón	
Area Doble T (m2)	0,56	40	2,4561	140	9
Inercia a flexion Doble T (m4)	0,05	1600	11,696	Area tendón (mm2)(N.T)	Nº de tendones por viga física
				1260	8
SECCION L GRUESA				Area de armadura activa (mm	Tensión tesado (Mpa) (N.T)
Area Sección L gruesa (m2)	0,65			10080	1395
Inercia a flexion L gruesa (m4)	0,04489				
Carga Desviadora Acción Pretensado (N.T) Vigas interiores	59,90740828	Recubrimiento mecanico sección centro de vano (mm)			
Carga Desviadora Acción Pretensado (N.T) Vigas borde	71,55607101	90			



Leyes superpuestas de Momentos flectores del emparrillado para la combinación 24 en ELS: $CP+0,5*TCVB+0,2*SC_B+0,2*Viento$, situación frecuente. El M_f^+ se da en el centro de vano de 2347,5 mKN.

3.7.2.3 Fase 1: Búsqueda iterativa de la fuerza de tesado

Se procede a fijar el recubrimiento mecánico en la sección de centro de vano en un valor de aproximación de 90 mm.

1º Introducción de una carga de acciones verticales desviadoras de valor medio en todas las vigas longitudinales de 0,9(favorable)*15 KN/m.

Resultados:

$$M_{f_Pesimo}^+ = 2347,5 \text{ mKN} \rightarrow 1182,9 \text{ mKN} + P_0 = 0,9 * 0,75 * f_{p,u} = 3515,4 \text{ KN}$$

SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
h(m)	Tensiones (Mpa)	h(m)	Tensiones (Mpa)
0,45	16,9236	0,381	15,44806933
0,4	15,7407	0,3	13,31363182
0,3	13,3749	0,2	10,67852378
0,2	11,0091	0,1	8,043415734
0,1	8,6433	0	5,408307692
0	6,2775	-0,1	2,77319965
-0,1	3,9117	-0,2	0,138091609
-0,2	1,5459	-0,3	-2,497016433
-0,3	-0,8199	-0,4	-5,132124475
-0,4	-3,1857	-0,5	-7,767232517
-0,45	-4,3686	-0,519	-8,267903045

Pretensado que deja lugar a la fisuración del hormigón. Fuerza de tesado rechazada.

2º Introducción de una carga de acciones verticales desviadoras de valor medio en todas las vigas longitudinales de 0,9(favorable)*20 KN/m.

Resultados:

$$M_{f_Pesimo}^+ = 2347,5 \text{ mKN} \rightarrow 794,4 \text{ mKN} + P_0 = 0,9 * 0,75 * f_{p,u} = 4921,6 \text{ KN}$$

SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
h(m)	Tensiones (Mpa)	h(m)	Tensiones (Mpa)
0,45	15,9381	0,381	14,31403219
0,4	15,1437	0,3	12,88060827
0,3	13,5549	0,2	11,109491
0,2	11,9661	0,1	9,341289336
0,1	10,3773	0	7,571630769
0	8,7885	-0,1	5,801971602
-0,1	7,1997	-0,2	4,032312436
-0,2	5,6109	-0,3	2,262653269
-0,3	4,0221	-0,4	0,492394102
-0,4	2,4333	-0,5	-1,276665065
-0,45	1,6389	-0,519	-1,612900307

Pretensado que deja lugar a la tracción del hormigón. Apto pero, se procede a buscar una reserva de compresión.

3º Introducción de una carga de acciones verticales desviadoras de valor medio en todas las vigas longitudinales de 0,9(favorable)*25 KN/m.

Resultados:

$$M_{f_Pesimo}^+ = 2347,5 \text{ mKN} \rightarrow 406,6 \text{ mKN} + P_0 = 0,9 * 0,75 * f_{p,u} = 5800,1 \text{ KN}$$

SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
h (m)	Tensiones (Mpa)	h (m)	Tensiones (Mpa)
0,45	14,017275	0,381	12,37469009
0,4	13,610675	0,3	11,64101667
0,3	12,797475	0,2	10,73524701
0,2	11,984275	0,1	9,829477351
0,1	11,171075	0	8,923707692
0	10,357875	-0,1	8,017938033
-0,1	9,544675	-0,2	7,112168374
-0,2	8,731475	-0,3	6,206398715
-0,3	7,918275	-0,4	5,300629056
-0,4	7,105075	-0,5	4,394859396
-0,45	6,698475	-0,519	4,222763161

Pretensado que genera el estado de compresión compuesta en las secciones solicitadas a M_f^+ pésimo, con un estado tensional en claro régimen elástico.

4º Introducción de una carga de acciones verticales desviadoras de valor medio en todas las vigas longitudinales de $0,9(\text{favorable}) * 30 \text{ KN/m}$.

$$M_{f_Pesimo}^+ = 2347,5 \text{ mKN} \rightarrow 26,36 \text{ mKN} + P_0 = 0,9 * 0,75 * f_{p,u} = 6855,3 \text{ KN}$$

SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
h (m)	Tensiones (Mpa)	h (m)	Tensiones (Mpa)
0,45	12,478365	0,381	10,76992822
0,4	12,452005	0,3	10,72236396
0,3	12,399285	0,2	10,66364264
0,2	12,346565	0,1	10,60492132
0,1	12,293845	0	10,5462
0	12,241125	-0,1	10,48747868
-0,1	12,188405	-0,2	10,42875736
-0,2	12,135685	-0,3	10,37003604
-0,3	12,082965	-0,4	10,31131472
-0,4	12,030245	-0,5	10,25259341
-0,45	12,003885	-0,519	10,24143636

Pretensado excesivo. Estado tensional cercano a la compresión simple.

Situación de ELS en vacío comprometida. Fuerza de tesado rechazada.

3.7.2.4 Fase 2: Afino y definición de la fuerza de tesado y la armadura postesa

Realizado el tanteo con un conjunto de cargas desviadoras verticales medias ϵ (15 KN/m, 30KN/m) asociadas a una determinada fuerza de tesado, para la combinación frecuente 24, pésima a M_f^+ en ELS, con la acción del pretensado introducida como favorable ($\gamma_P = 0,9$) se procede a afinar la fuerza de tesado mediante las siguientes operaciones:

-Recubrimiento geométrico de la armadura postesa, de acuerdo a lo dispuesto en el apartado de recubrimientos:

$$r_{geométrico}^{mínimo} = \max\left(\phi_{vaina} \cdot \frac{\phi_{vaina}}{2}, 40mm\right) = 90\text{ mm} \leq 80 \rightarrow 80mm$$

-Recubrimiento mecánico establecido para la armadura activa:

$$r_{mecánico}^{a. activa} = \frac{76\text{ mm}}{2} + 5 + 2 + 80 = 125\text{ mm (Ver pag.sig.)}$$

-Separación entre vainas de armadura activa, de acuerdo a la instrucción EHE-08:

$$s_{horizontal}^{vainas} \geq \phi_{vaina} = 90\text{ mm} \rightarrow 90\text{ mm}$$

-Las vigas de borde se encuentran sometidas a la carga vertical desviadora de valor:

$$q_{v_Borde} = 0,9 * \left(2 * \frac{0,5-0,125}{13^2} * 0,75 * P_o\right), \text{ en Situación frecuente de ELS.}$$

- Las vigas interiores se encuentran sometidas a la carga vertical desviadora de valor

$$q_{v_Inter.} = 0,9 * \left(2 * \frac{0,45-0,125}{13^2} * 0,75 * P_o\right), \text{ en Situación frecuente de ELS.}$$

-Las vigas longitudinales físicas se encuentran sometidas a un axil auto equilibrado de valor:

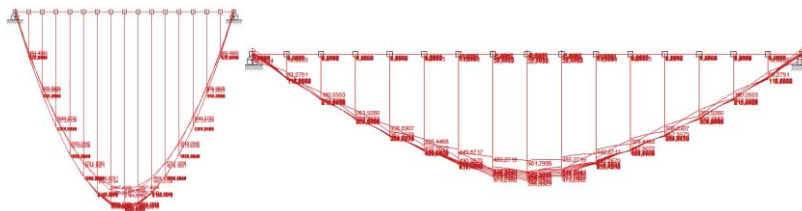
$$N_P = 0,9 * 0,75 * P_o$$

Ensayando diferentes cargas verticales desviadoras ϵ (18KN/m, 25KN/m) se llegó a una disposición que optimiza el espacio disponible en el alma de la viga física de 40 cm de ancho entre aligeramientos.

Nº de cordones por tendón	19
Nº de tendones por viga longitudinal	2
Nº de tendones tablero	16
Operaciones de tesado	16
Fuerza de tesado, sin mayorar, sin pérdidas	7421,4 KN/viga longitudinal
Tensión de tesado	1395 Mpa
Diámetro máximo tendón	15,2*5=76 mm
$\phi_{vaina} - \phi_{tendón}$	5 mm+5 mm=10 mm
Espesor vaina obtenida con fleje metálico	2 mm
Diámetro interior vaina	86 mm
Diámetro exterior vaina	90 mm
q_{v_Borde} (ELS, $P_{t=\infty}$ Desfavorable)	22,5 KN/m
$q_{v_Interior}$ (ELS, $P_{t=\infty}$ Desfavorable)	19,30 KN/m

-Comprobación de ancho suficiente de alma para ejecución de los cables:

$$90*(2+1)=270<400\text{mm, ok.}$$



Leyes de M_f^+ combinación 24 sin pretensado (1) y con pretensado (2)

Resultado de la introducción de la P_0 de diseño:

$$M_{f_Pesimo}^- = 2347,5 \text{ mKN} \rightarrow 596,3 \text{ mKN} + P_{\infty} = 0,9 * 0,75 * 7421,4 = 5009,5 \text{ KN}$$

SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
h (m)	Tensiones (Mpa)	h (m)	Tensiones (Mpa)
0,45	14,3094375	0,381	12,76533701
0,4	13,7134375	0,3	11,68990819
0,3	12,5214375	0,2	10,36221828
0,2	11,3294375	0,1	9,03452837
0,1	10,1374375	0	7,706838462
0	8,9454375	-0,1	6,379148553
-0,1	7,7534375	-0,2	5,051458644
-0,2	6,5614375	-0,3	3,723768736
-0,3	5,3694375	-0,4	2,396078827
-0,4	4,1774375	-0,5	1,068388918
-0,45	3,5814375	-0,519	0,816127836

Estado tensional de las 2 secciones (Viga longitudinal interior y de borde) sometidas al $M_{f_Pesimo}^+ = 596,3 \text{ mKN} + P_{\infty} = 5009,5 \text{ KN}$ en la combinación en situación frecuente en ELS: $CP+0,5*TCVB+0,2*SC_B+0,2*Viento+0,9*Pretensado_{\infty}$

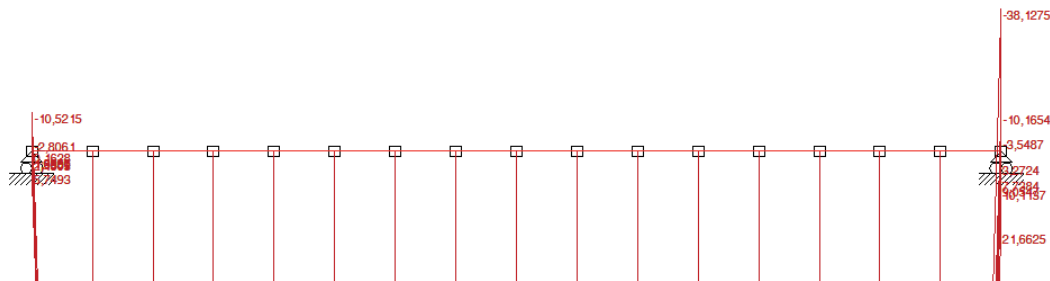
3.7.2.5 Fase 3: Comprobación del $M_{f_pesimo}^-$ en ELS

La Combinación 29: CP+0,5*TCEB+0,2*SC_SB+0,2*Viento, Combinación frecuente, genera el M_f (-) pésimo en ELS y se procede a comprobar el estado tensional en Estado límite de servicio con la acción del pretensado dimensionada para asegurar que no se produce la fisuración.

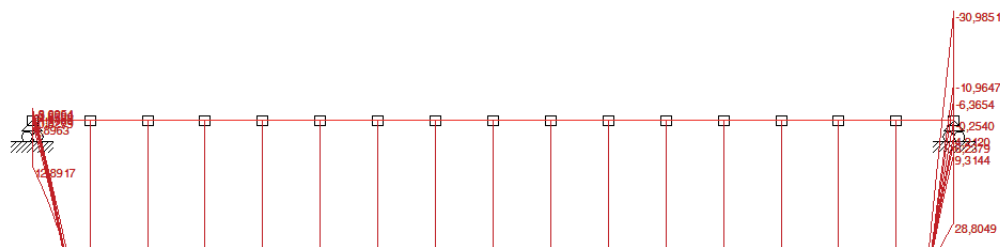
-La acción del pretensado es favorable luego queda afectada por $\gamma_P=0,9$.

-Combinación frecuente resultante:

$$CP+0,5*TCEB+0,2*SC_SB+0,2*Viento+0,9*Pretensado_{\infty}$$



$M_{f_Pesimo}^-$ en ELS, combinación en situación frecuente, sin pretensado.



$M_{f_Pesimo}^-$ en ELS, combinación en situación frecuente, con pretensado.

$$M_{f_Pesimo}^- = 38,12 \text{ mKN} \rightarrow 30,96 \text{ mKN} \rightarrow \text{Pretensado favorable } (\gamma_P = 0,9 \text{ correcto}).$$

Resultado de la introducción de la P_0 de diseño:

$$M_{f_Pesimo}^- = 38,12 \text{ mKN} \rightarrow 30,96 \text{ mKN} + P_{\infty} = 0,9 * 0,75 * 7421,4 = 5009,5 \text{ KN}$$

SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
h(m)	Tensiones (Mpa)	h(m)	Tensiones (Mpa)
0,45	8,6667975	0,381	7,444068134
0,4	8,6977575	0,3	7,499932692
0,3	8,7596775	0,2	7,568901282
0,2	8,8215975	0,1	7,637869872
0,1	8,8835175	0	7,706838462
0	8,9454375	-0,1	7,775807051
-0,1	9,0073575	-0,2	7,844775641
-0,2	9,0692775	-0,3	7,913744231
-0,3	9,1311975	-0,4	7,982712821
-0,4	9,1931175	-0,5	8,051681411
-0,45	9,2240775	-0,519	8,064785443

Estado tensional de las 2 secciones (Viga longitudinal interior y de borde) sometidas al $M_{f_Pesimo}^- = 30,96 \text{ mKN} + P_{\infty} = 5009,5 \text{ KN}$

Ambas secciones se encuentran en compresión compuesta, no hay tracción, no hay fisuración. Comprobación apta.

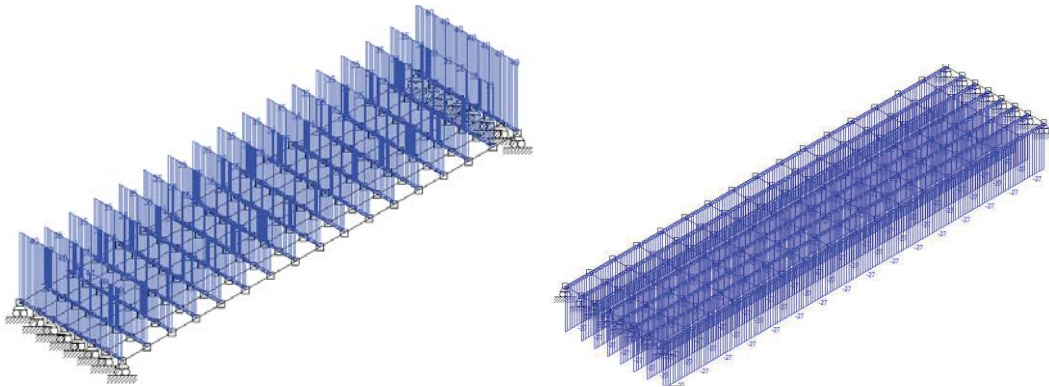
Nota: La combinación $CP+1,1*Pretensado_{\infty}$ no provoca M_f^- en las vigas físicas longitudinales luego no es objeto comprobación.

3.7.2.6 Fase 4: Comprobación en vacío de la estructura del tablero

Resulta crítico el incumplimiento del ELS del tablero durante la vida de la estructura, inmediatamente después de ser postesada, cuando solo actúa sobre ella; el peso propio (acción favorable para el estado tensional) y el pretensado (acción desfavorable para el estado tensional).

Con objeto de asegurar un comportamiento adecuado en el tablero se ensaya la combinación en vacío:

$$PP + 1,1 * P_{t=0} \text{ (Pretensado después de restar las pérdidas instantáneas)}$$



$$PP_{\text{sin agua en aligeramientos}} = A_{\text{transversal aligerada}} * \gamma_c * \text{Ancho}_{\text{banda}}$$

$$= 5,22 * 25 * 1,625 = 212 \text{ KN}$$

$$p \cdot p_{\text{banda_losa_Transversal}} = \frac{212}{6,7} = 31,65 \text{ KN/m}$$

$$p \cdot p_{\text{tablero macizado}} = 6,60 * 25 * 1,625 = 268,13 \text{ KN}$$

$$p \cdot p_{\text{Tablero_macizado_Distribuida}} = \frac{268,13}{6,7} = 40 \text{ KN/m}$$

Peso propio banda aligerada	31,65 KN/m
Peso propio banda macizada	40 KN/m

Hipótesis de cálculo de las acciones del pretensado en situación de vacío:

-La fuerza de tesado actuante se modela a partir de un coeficiente de valor 0,9 que introduce las pérdidas de fuerza de tesado instantáneas de la armadura postesa por penetración de cuñas, acortamiento elástico y rozamiento vaina-tendón.

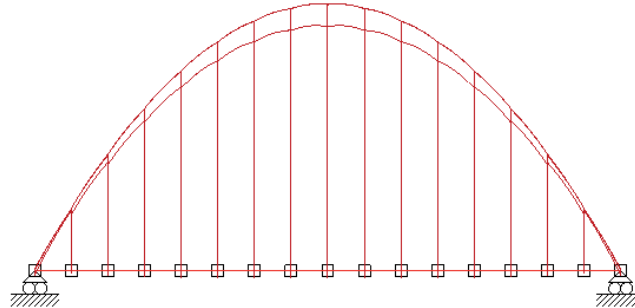
-Resto de hipótesis generales asumidas para la consideración del pretensado en el presente anejo.

Cargas desviadoras verticales y axiles de pretensado:

$$q_{v_Borde} = 1,10 * 2 * \frac{0,5-0,125}{13^2} * 0,9 * P_o = 1,10 * 2 * \frac{0,5-0,125}{13^2} * 0,9 * 7421,4 = 35,2 \text{ KN/m}$$

$$q_{v_Interiores} = 1,10 * 2 * \frac{0,45-0,125}{13^2} * 0,9 * P_o = 1,10 * 2 * \frac{0,45-0,125}{13^2} * 0,9 * 7421,4 = 28,3 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

$$N_p = 1,10 * 0,9 * P_o = 0,9 * 7421,4 = 7347,8 \text{ KN}$$



Leyes de Momentos flectores superpuestas de las vigas físicas longitudinales del tablero.

Resulta un $M_{f_Pesimo}^- = 1181,7 \text{ mKN} + N_p = 7347,8 \text{ KN}$

SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
h(m)	Tensiones (Mpa)	h(m)	Tensiones (Mpa)
0,45	2,431771429	0,381	1,223806467
0,4	3,619471429	0,3	3,366905153
0,3	5,994871429	0,2	6,012705999
0,2	8,370271429	0,1	8,658506846
0,1	10,74567143	0	11,30430769
0	13,12107143	-0,1	13,95010854
-0,1	15,49647143	-0,2	16,59590939
-0,2	17,87187143	-0,3	19,24171023
-0,3	20,24727143	-0,4	21,88751108
-0,4	22,62267143	-0,5	24,53331192
-0,45	23,81037143	-0,519	25,03601409

Se proceden a realizar las comprobaciones recomendadas para un buen comportamiento del tablero en vacío:

1º No hay tracción → No hay fisuración descontrolada → Armadura de Piel.

2º Compresiones excesivas: $\sigma_c \leq 0,6 * f_{ck}^{\text{momento de tesado}}$

$$\sigma_c = \max(23,8, 25,03) = 25,03 \leftrightarrow 0,6 * f_{ck}^{28 \text{ días}} = 0,6 * 45 = 27 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_c = 25,03 \text{ Mpa} \leq 27 \text{ Mpa} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Tiempo de ganancia de resistencia del hormigón para el Tesado:

Se tesará a los 28 días habida cuenta del carácter del proyecto, donde no existe una planificación de ejecución de tajos que lo impida. Al mismo tiempo aseguramos:

-Una resistencia adecuada del hormigón para aguantar las compresiones en la sección crítica en el centro del vano, sin microfisuración de la zona comprimida.

-Una resistencia adecuada del hormigón para evitar el hundimiento de los gatos en los anclajes durante el tesado.

-Evitamos pérdidas de pretensado, ya que tesados con resistencias menores y menos días de endurecimiento del hormigón, provocan perdidas de pretensado mayores por la reología del hormigón, aseguramos así ELS más conservadores.

3.7.2.7 Esfuerzos máximos en el tablero en la situación de vacío

	M_f^+ (mKN)	M_f^- (mKN)	V (KN)	T (mKN)
B.Longitudinales	1181,7	0	204,8	13,1
B.Transversales	35,7	11,8	41,5	19,3

-Esfuerzos transversales de M_f^+ , M_f^- , V , T son menores a los esfuerzos de cálculo en ELU utilizados para armar transversalmente el tablero, luego no hay riesgo de fisuración descontrolada ni agotamiento del hormigón.

-Esfuerzos longitudinales de V , T son menores a los esfuerzos de cálculo de en ELU utilizados para el armado longitudinal a torsor y cortante del tablero y no suponen un riesgo de fallo o incumplimiento de los ELS.

3.7.2.8 Fase 6: Comprobación del $M_{f\text{pesimo}}^+$ en ELU

La combinación 8: CP+TCVB+0,6*SC_B+0,6*Viento, Combinación poco probable, genera el M_f (+) pésimo y por tanto las posiciones de las sobrecargas que dan el M_f (+) pésimo para la comprobación del estado limite ultimo persistente o transitorio de momento flector en hormigón pretensado posteso.

Para la combinación en ELU persistente o transitorio:

$$1,35*CP+1,5*(TCVB+SC_B+Viento)+1,0*Pretensado_{\infty}$$

El $M_{f\text{pesimo}}^+$ de las cargas permanentes y de las sobrecargas actuando toma el valor de 3987,5 mKN.

El $M_{Total\text{pretensado}}^- = M_{isostatico}^- + M_{hiperestático}^-(0) = 1954,8\text{mKN} \rightarrow$ No se emplea en el cálculo, por ser todo Momento flector isostático.

Área de armadura activa Viga Longitudinal	$2*19*140\text{mm}^2=5320\text{ mm}^2 \rightarrow 0,00532\text{m}^2$
E_p	200000000 KN/m ² (EHE)
γ_P	1,15 (EHE)
α_{cc}	1 (EHE)
γ_c	1,5(EHE)
Fuerza a tesado a $t=\infty$	$1*0,75*7421,4=5566\text{ KN}$

Hipótesis asumidas:

-En la viga doble T: El bloque de compresiones supera el canto del ala y se introduce en el alma. Acero no plastificado.

-Se desprecia la deformación por neutralización en la sección pretensada.

Viga doble T

Equilibrio de axiles:

$$f_{cd} * 0,2 * 0,9 + f_{cd} * 0,4 * y = A_p * E_p * (\varepsilon_p + \varepsilon_0) \quad (1)$$

Bloque de compresiones del hormigón:

$$0,8 * x(\text{Profundidad } f.n) = (\text{Profundidad bloque de compresiones}) \quad (2)$$

$$\text{Predeformación acero} = \varepsilon_0 = \frac{0,75*P_0}{A_p*E_p} = 1000 * \frac{0,75*7421,4}{0,00532*2*10^8} = 5,23\text{‰} \quad (3)$$

Compatibilidad de deformaciones de la sección:

$$\frac{\varepsilon_{cu}}{\frac{y+0,2}{x}} = \frac{\varepsilon_p}{0,9-0,125-\frac{y+0,2}{x}} \quad (4)$$

$$30000 * 0,9 * 0,2 + 30000 * 0,4 * y = 0,00532 * 2 * 10^8 * (0,00523 + \varepsilon_p) \quad (1)$$

$$\frac{0,0035}{\frac{0,2+y}{0,8}} = \frac{\varepsilon_p}{0,9-0,125-\frac{0,2+y}{0,8}}$$

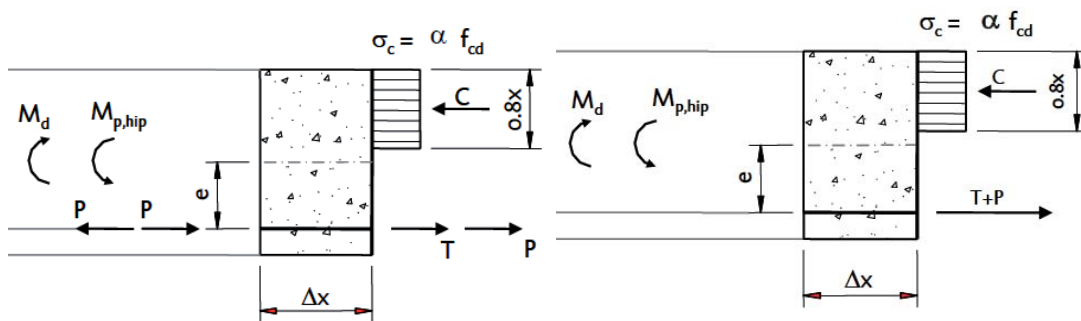
$$\varepsilon_p = 0,00202 \longrightarrow \varepsilon_{Total} = \varepsilon_0 + \varepsilon_p = 2,02 + 5,23 = 7,23 \text{ ‰}$$

$$y = 0,193 > 0 \longrightarrow \text{Bloque de compresiones dentro del alma. OK}$$

$$x = 0,2 + 0,193 = 0,393 \text{ m}$$

Comprobación de agotamiento por pivote B del hormigón:

$$0,259 * (0,9 - 0,125) = 0,20 < 0,393 \text{ m} \rightarrow \text{Rotura por pivote B en dominio 3.}$$



Proceso de paso de cálculo en flexión compuesta a cálculo en flexión simple.

Comprobación acero no plastificado:

$$\text{Deformación límite elástico acero} = \varepsilon_{py,d} = 1000 * \frac{\left(\frac{1710 * 1000}{1,15}\right)}{2 * 10^8} = 7,43 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{Total} = 7,23 \text{ ‰} < 7,43 \text{ ‰} \longrightarrow \text{OK, Hipotesis correcta}$$

Cálculo del momento último:

$$M_{r,d} = \left(\frac{45000}{1,5}\right) * 0,9 * 0,2 * (0,9 - 0,125 - 0,1) + \left(\frac{45000}{1,5}\right) * 0,4 * 0,193 * (0,9 - 0,125 - 0,2 - (0,193/2))$$

$$M_{r,d} = 4753,2 \text{ mKN} > 3987,5 \text{ mKN} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Viga L gruesaHipótesis asumidas:

-En la viga L gruesa: El bloque de compresiones no supera el canto del ala.
Acero plastificado.

-Se desprecia la deformación por neutralización en la sección pretensada.

Equilibrio de axiles:

$$f_{cd} * 1,05 * 0,2 + f_{cd} * 0,55 * y = A_p * f_{py,d} \quad (1)$$

Bloque de compresiones del hormigón:

$$0,8 * x = y + 0,2 \quad (2)$$

Compatibilidad de deformaciones:

$$\frac{\frac{\varepsilon_{cu}}{\frac{y+0,2}{0,8}}}{0,8} = \frac{\varepsilon_p}{0,9-0,125-\frac{y+0,2}{0,8}} \quad (3)$$

$$30000 * 1,05 * 0,2 + 30000 * 0,55 * y = 0,00532 * \frac{1710000}{1,15}$$

$y = 0,0976 > 0$, El bloque de compresiones entra en el ala. OK.

Comprobación de agotamiento por pivote B del hormigón:

$0,259 * (0,9 - 0,125) = 0,20 < 0,2 + 0,0976 = 0,2976m \rightarrow$ Rotura por pivote B en dominio 3.

Deformación de la armadura activa por el agotamiento del hormigón:

$$\frac{\frac{3,5}{0,0976 + 0,2}}{0,8} = \frac{\varepsilon_p}{0,9 - 0,125 - \frac{0,0976 + 0,2}{0,8}}; \rightarrow \varepsilon_p = 3,79\text{‰}$$

Comprobación de plastificación del acero:

$$\varepsilon_{Total} = \varepsilon_0 + \varepsilon_p = 5,23 + 3,79 = 9,02\text{‰} > \varepsilon_{py,d} = 7,43\text{‰} \rightarrow OK$$

$$M_u = 1,05 * 0,2 * 30000 * \left(0,9 - 0,125 - \frac{0,20}{2}\right) + 30000 * 0,55 * 0,0976 \\ * \left(0,9 - 0,125 - 0,20 - \frac{0,0976}{2}\right)$$

$$M_u = 5099,89mKN > 3987,5 mKN \rightarrow CUMPLE$$

3.7.2.9 Fase 7: Comprobación del $M_{f\text{pesimo}}^-$ en ELU

La combinación 16: CP+TCVB+0,6*SC_SB+0,6*Viento, Combinación poco probable, genera el M_f (-) pésimo y por tanto las posiciones de las sobrecargas que dan el M_f (-) pésimo para la comprobación del estado limite ultimo persistente o transitorio de momento flector en hormigón pretensado posteso.

Para la combinación en ELU persistente o transitorio:

$$1,35*CP+1,5*(TCVB+SC_SB+Viento)+1,0*Pretensado_{\infty}$$

$$q_{v_Borde}^{ELU} = \left(2 * \frac{0,5 - 0,125}{13^2} * 0,75 * P_o \right) = 2 * \frac{0,5 - 0,125}{13^2} * 0,75 * 7421,4 = 24,7 \text{ KN/m}$$

$$q_{v_interior}^{ELU} = \left(2 * \frac{0,45 - 0,125}{13^2} * 0,75 * P_o \right) = 2 * \frac{0,45 - 0,125}{13^2} * 0,75 * 7421,4 = 21,5 \text{ KN/m}$$

El $M_{f\text{pesimo}}^-$ de las cargas permanentes y de las sobrecargas actuando toma el valor de 129,5 mKN.

La Fuerza a tesado a $t=\infty$ toma el valor de $1*0,75*7421,4=5566 \text{ KN}$.

Debido al carácter isostático del trazado del pretensado y al valor del $M_{f\text{pesimo}}^-$ se asume como hipótesis que en estado limite ultimo los materiales del tablero no plastifican y se procede a su comprobación a través de un análisis elástico de las secciones características de las vigas físicas longitudinales.

Resultado:

SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
h(m)	Tensiones (Mpa)	h(m)	Tensiones (Mpa)
0,45	8,773875	0,381	7,464033775
0,4	8,903375	0,3	7,697704971
0,3	9,162375	0,2	7,986187929
0,2	9,421375	0,1	8,274670888
0,1	9,680375	0	8,563153846
0	9,939375	-0,1	8,851636804
-0,1	10,198375	-0,2	9,140119763
-0,2	10,457375	-0,3	9,428602721
-0,3	10,716375	-0,4	9,71708568
-0,4	10,975375	-0,5	10,00556864
-0,45	11,104875	-0,519	10,0603804

$$\sigma_c^{fibra\ superior} = \min(8,77, 7,46) = 7,46 \text{ Mpa} > 0 \rightarrow \text{No hay fisuración.}$$

$$\sigma_c^{fibra\ inferior} = \max(11,1, 10,1) = 11,1 \text{ Mpa} < f_{cd} = 30 \text{ Mpa} \rightarrow \text{Hormigón no agotado.}$$

Hipótesis de trabajo a flexión compuesta en régimen elástico de $M_{f\text{pesimo}}^-$ en ELU → Correcta, CUMPLE.

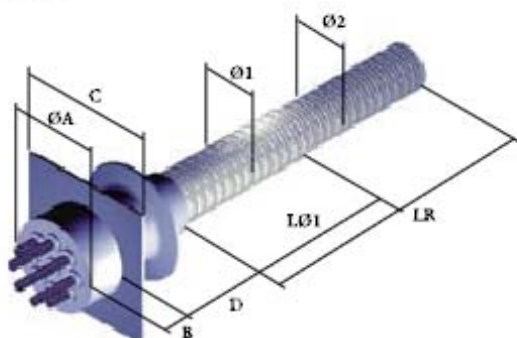
3.7.2.10 Dispositivo de anclajes activo para armaduras activas postesas

Dispositivo de anclajes activo a emplear por tendón en cada extremo de la parábola. Se contabilizan un total de 16 tendones x 2 anclajes extremos= 32 anclajes activos con las medidas indicadas para el modelo elegido de la casa MK4.

MK4**ANCLAJE ACTIVO MSA****Anclaje Activo MSA**

Los anclajes son dispositivos capaces de retener eficazmente los cordones transmitiendo su carga a la estructura. Se denominan anclajes activos a aquellos que permiten la introducción de una fuerza de pretensado en el tendón mediante gatos hidráulicos.

Los anclajes activos del tipo MSA han sido diseñados para satisfacer las normativas internacionales más exigentes, como ETAG 013, PTI y BS. Están compuestos por trompeta, placa de anclaje y cuñas y han sido esencialmente concebidos para su uso como anclajes activos en tendones de pretensado interior adherente para estructuras de hormigón. Tanto los elementos de este tipo de anclaje como sus dimensiones han sido estudiadas para una óptima colocación y su máxima funcionalidad en obra.



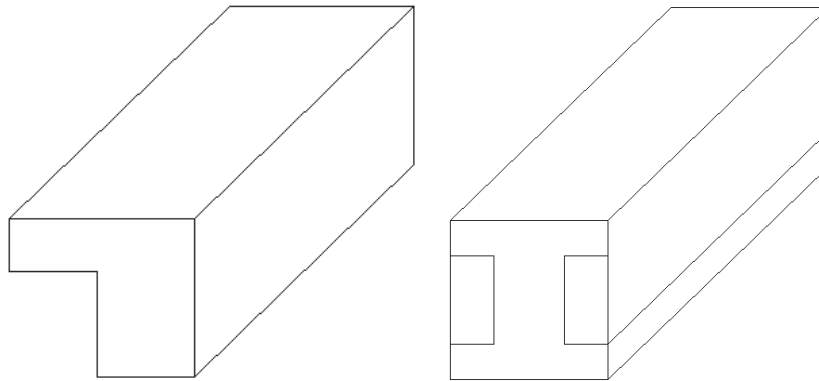
Cordón	Tipo de tendón	Trompeta	ØA	B	C	D	LØ1	LR	Ø1	Ø2	Radio Min. Curv
0,6" (15mm)	4	T-4	110	50	170	155		600		51/56	3,000
	5	T-4	110	50	170	155		600		51/56	3,000
	7	T-6	129	61	194	150		600		62/67	3,000
	9	T-6	144	60	220	175		900		72/77	4,000
	12	T-7	165	72	254	200		900		85/90	4,000
	15	T-8	186	78	282	235		900		90/95	4,500
	19	T-19	200	94	314	230	250	1200	103/108	100/105	5,000
	24	TR-24	239	95	356	240		1200		110/115	5,000
	27	TR-31	252	105	404	270		1500		120/125	6,000
	31	TR-31	268	115	404	270		1500		120/125	6,000
	37	TR-37	296	128	444	270		1500		130/137	6,500
	43	TR-43	330	144	490	1100		1500		140/147	6,500
0,5" (13mm)	4	T-4	110	45	170	155		600		51/56	3,000
	5	T-4	110	45	170	155		600		51/56	3,000
	7	T-4	110	45	170	155		600		51/56	3,000
	9	T-6	125	50	194	150		600		62/67	3,000
	12	T-6	143	55	220	175		900		72/77	4,000
	15	T-7	160	60	254	200	500	900	85/90	72/77	4,000
	19	T-8	179	70	282	235	500	900	90/95	85/90	4,000
	22	T-19	192	75	314	230	500	1200	100/105	90/95	4,500
	27	TR-24	227	85	356	240	500	1200	110/115	100/105	5,000
	31	TR-24	233	90	356	240		1200		110/115	5,000
	35	TR-24	239	95	356	240		1200		110/115	5,000

3.8 Mecanismo de introducción del pretensado y apoyo en diafragmas

En este epígrafe se pasa a dimensionar la introducción del pretensado y de la reacción del apoyo sobre la región D de los diafragmas.

❖ Se dimensionará la región atendiendo a los siguientes criterios:

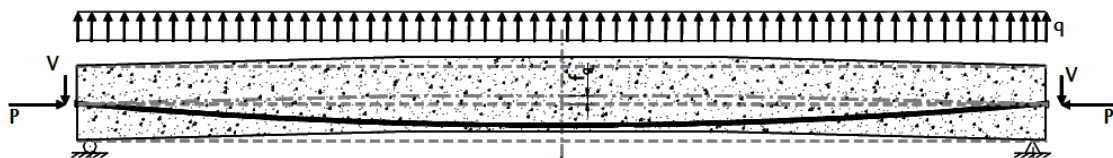
- El dimensionamiento es en estado límite último persistente o transitorio.
- La región D se produce en el recinto del diafragma del tablero.
- Se asume un comportamiento bidimensional en el plano vertical, de los mecanismos resistentes del hormigón postesado en la zona de introducción de la fuerza de tesado y del apoyo.
- El mecanismo resistente de B y T se construye en el plano vertical que contiene al cdg de la viga física longitudinal tipo.



Diafragma de borde y Diafragma de interior discretizados, según viga longitudinal tipo.

-Para el estudio del comportamiento resistente del diafragma discretizado es necesario estudiar el comportamiento en rotura de una estructura virtual formada por: Diafragma discretizado+Viga longitudinal física+ Diafragma discretizado.

-La fuerza de tesado se aplica con un ángulo de inclinación, dicha inclinación viene dada por la fuerza de tesado dimensionada para el tablero:



$$P_{T=\infty} = 1 * 0,75 * 7421,4 = 5566 \text{ KN}$$

$$q_{v_Borde}^{ELU} = \left(2 * \frac{0,5 - 0,125}{13^2} * 0,75 * P_o \right) = 2 * \frac{0,5 - 0,125}{13^2} * 0,75 * 7421,4 = 24,7 \text{ KN/m}$$

$$q_{v_interior}^{ELU} = \left(2 * \frac{0,45 - 0,125}{13^2} * 0,75 * P_o \right) = 2 * \frac{0,45 - 0,125}{13^2} * 0,75 * 7421,4 = 21,5 \text{ KN/m}$$

$$V_{v_Borde}^{ELU} \frac{24,7 * 26}{2} = 321,1 \text{ KN}$$

$$V_{v_interior}^{ELU} = \frac{21,5 * 26}{2} = 279,5 \text{ KN}$$

$$\alpha_{Fuerza\ tesado}^{v_Borde} = \arctg\left(\frac{321,1}{7421,4}\right) = 2,47^\circ \rightarrow \text{Inclinación de fuerza introducida sobre placa vertical.}$$

$$\alpha_{Fuerza\ tesado}^{v_interior} = \arctg\left(\frac{279,5}{7421,4}\right) = 2,15^\circ \rightarrow \text{Inclinación de fuerza introducida sobre placa vertical.}$$

-Con objeto de simplificación se calculará un único modelo de ByT ubicando el punto de aplicación de la fuerza de tesado en el punto medio entre los puntos de aplicación de la fuerza de tesado en las respectivas vigas físicas longitudinales (los cdg de las dos secciones).

$$cdg_{viga\ física\ longitudinal\ Doble\ T} = 0,45 \text{ m}$$

$$cdg_{viga\ física\ longitudinal\ L\ gruesa} = 0,50 \text{ m}$$

$$cdg_{viga\ física\ longitudinal\ simplificación\ ByT} = 0,475 \text{ m}$$

De acuerdo a la simplificación:

$$P_{\infty}^{ELU} = 5566 \text{ KN}$$

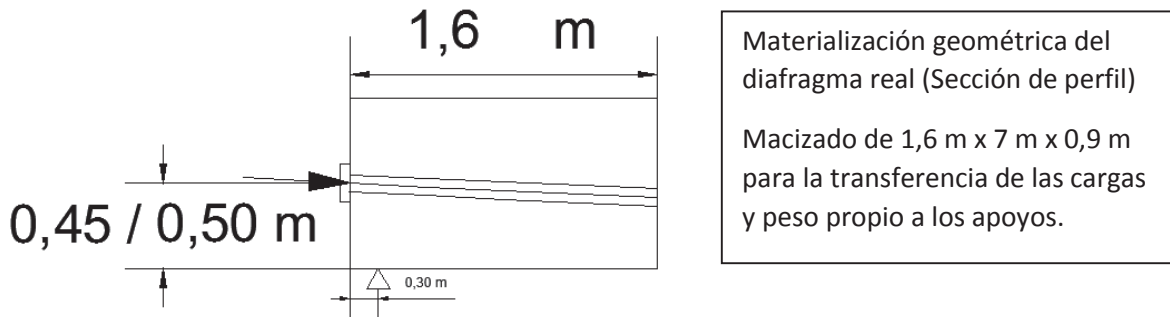
$$q_{estructura\ virtual\ ByT}^{ELU} = \left(2 * \frac{0,475 - 0,125}{13^2} * 0,75 * P_o \right) = 2 * \frac{0,475 - 0,125}{13^2} * 0,75 * 7421,4 = 23,05 \text{ KN/m}$$

$$V_{Pretensado\ simplificación\ ByT}^{ELU} = \frac{23,05 * 26}{2} = 299,65 \text{ KN}$$

-Para la definición del modelo de cálculo de la estructura virtual {Diafragma discretizado+Viga longitudinal física+ Diafragma discretizado} es necesario asegurar si en todo caso el diafragma discretizado se mantiene en compresión compuesta en ELU.

Para llevar a cabo tal tarea se procedió a realizar un estudio de la máxima descompresión a la que se ve expuesta la sección de transición diafragma/viga física longitudinal, entre las vigas físicas longitudinales del modelo de emparrillado del tablero en la combinación pésima de ELU.

Si la sección de transición está en compresión compuesta, las sucesivas secciones hacia el apoyo y hasta el anclaje de pretensado también lo están.



Sección de transición diafragma/viga física longitudinal (Doble T/ en L) emparrillado

Análisis de Combinaciones en ELU para la sección de transición en estudio:

$$\text{ByT}_1: 1,35 \cdot \text{CP} + 1,5 \cdot (\text{SC}_B + \text{TCVB} + \text{Viento}) + 1 \cdot \text{Pretensado}_\infty$$

$$M_{f_Sección\ estudio}^{+ \text{ Máx}(\max M_f^+)} = 418,9 \text{ mKN} + P_{T=\infty} = 5566 \text{ KN} + V_{Sección\ estudio}^{\text{Máx}(\max V)} = 315,8 \text{ KN}$$

$$\text{ByT}_2: 1,35 \cdot \text{CP} + 1,5 \cdot (\text{SC}_B + \text{TCVC} + \text{Viento}) + 1 \cdot \text{Pretensado}_\infty$$

$$M_{f_Sección\ estudio}^{+ \text{ Máx}(\max M_f^+)} = 405,3 \text{ mKN} + P_{T=\infty} = 5566 \text{ KN} + V_{Sección\ estudio}^{\text{Máx}(\max V)} = 268,1 \text{ KN}$$

$$\text{ByT}_3: 1,35 \cdot \text{CP} + 1,5 \cdot (\text{SC}_B + \text{TCEB} + \text{Viento}) + 1 \cdot \text{Pretensado}_\infty$$

$$M_{f_Sección\ estudio}^{+ \text{ Máx}(\max M_f^+)} = 482,8 \text{ mKN} + P_{T=\infty} = 5566 \text{ KN} + V_{Sección\ estudio}^{\text{Máx}(\max V)} = 360,4 \text{ KN}$$

$$\text{ByT}_4: 1,35 \cdot \text{CP} + 1,5 \cdot (\text{SC}_{SB} + \text{TCEC} + \text{Viento}) + 1 \cdot \text{Pretensado}_\infty$$

$$M_{f_Sección\ estudio}^{+ \text{ Máx}(\max M_f^+)} = 443,2 \text{ mKN} + P_{T=\infty} = 5566 \text{ KN} + V_{Sección\ estudio}^{\text{Máx}(\max V)} = 302,5 \text{ KN}$$

$$\text{ByT}_5: 1,35 \cdot \text{CP} + 1,5 \cdot (\text{SC}_{SB} + \text{TCVB} + \text{Viento}) + 1 \cdot \text{Pretensado}_\infty$$

$$M_{f_Sección\ estudio}^{+ \text{ Máx}(\max M_f^+)} = 380,4 \text{ mKN} + P_{T=\infty} = 5566 \text{ KN} + V_{Sección\ estudio}^{\text{Máx}(\max V)} = 319,4 \text{ KN}$$

$$\text{ByT}_6: 1,35 \cdot \text{CP} + 1,5 \cdot (\text{SC}_{SB} + \text{TCVC} + \text{Viento}) + 1 \cdot \text{Pretensado}_\infty$$

$$M_{f_Sección\ estudio}^{+ \text{ Máx}(\max M_f^+)} = 353,6 \text{ mKN} + P_{T=\infty} = 5566 \text{ KN} + V_{Sección\ estudio}^{\text{Máx}(\max V)} = 242,2 \text{ KN}$$

$$\text{ByT}_7: 1,35 \cdot \text{CP} + 1,5 \cdot (\text{SC}_{SB} + \text{TCEB} + \text{Viento}) + 1 \cdot \text{Pretensado}_\infty$$

$$M_{f_Sección\ estudio}^{+ \text{ Máx}(\max M_f^+)} = 454,1 \text{ mKN} + P_{T=\infty} = 5566 \text{ KN} + V_{Sección\ estudio}^{\text{Máx}(\max V)} = 364,0 \text{ KN}$$

$$\text{ByT}_8: 1,35 \cdot \text{CP} + 1,5 \cdot (\text{SC}_{SB} + \text{TCEC} + \text{Viento}) + 1 \cdot \text{Pretensado}_\infty$$

$$M_{f_Sección\ estudio}^{+ \text{ Máx}(\max M_f^+)} = 389,0 \text{ mKN} + P_{T=\infty} = 5566 \text{ KN} + V_{Sección\ estudio}^{\text{Máx}(\max V)} = 269,9 \text{ KN}$$

ByT_9: 1,00*CP+ 1**Pretensado*_∞

$$M_{f_Sección\ estudio}^{+ Máx(max M_f^+)} = 67,4\ mKN + P_{T=\infty} = 5566\ KN + V_{Sección\ estudio}^{Máx(max V)} = 45,2\ KN$$

No hay en ELU situación de M_f^- en la sección en estudio. El modelo de emparrillado arroja unos M_f^- máximos en la zona de apoyos del orden de 130 mKN en ELU, anulados por la fuerza del anclaje del pretensado muy cercano.

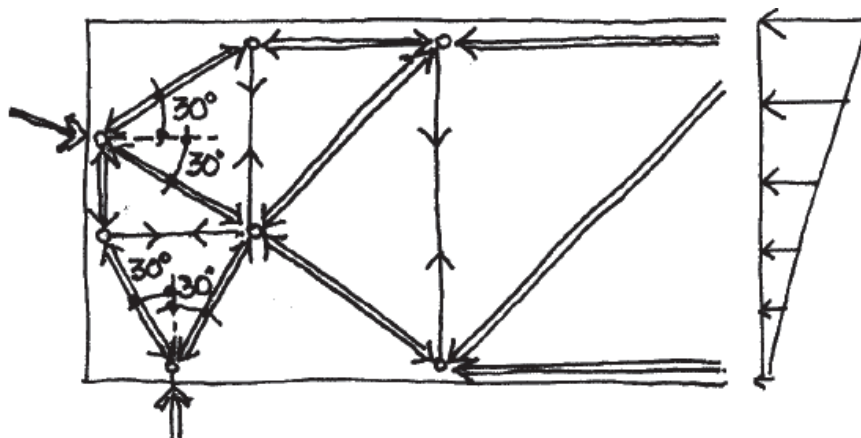
Se producirá la mayor descompresión de la sección en estudio, en ELU, en la situación de 1,35*CP+1,5*(SC_B+TCEB+Viento)+1**Pretensado*_∞.

Estudio elástico de la sección sometida a: $M_f^+ = 482,8\ mKN + P_{T=\infty} = 5566\ KN$

SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
h(m)	Tensiones (Mpa)	h(m)	Tensiones (Mpa)
0,45	10,546875	0,381	9,136054269
0,4	10,479375	0,3	9,014256542
0,3	10,344375	0,2	8,863888976
0,2	10,209375	0,1	8,713521411
0,1	10,074375	0	8,563153846
0	9,939375	-0,1	8,412786281
-0,1	9,804375	-0,2	8,262418716
-0,2	9,669375	-0,3	8,112051151
-0,3	9,534375	-0,4	7,961683586
-0,4	9,399375	-0,5	7,81131602
-0,45	9,331875	-0,519	7,782746183

→ Sección de transición en compresión compuesta en la situación más desfavorable a descompresión (R.E).

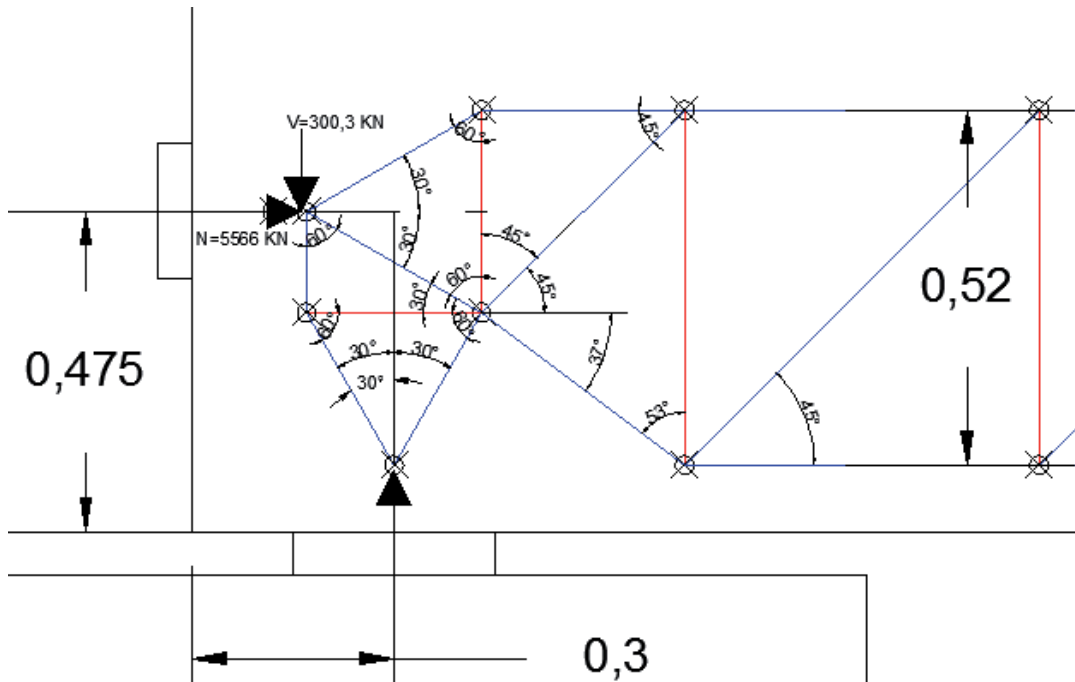
El estado en compresión compuesta de la sección de transición diafragma-viga física longitudinal en toda situación, permite emplear el modelo de bielas y tirantes que se ilustra a continuación en la zona D del diafragma discretizado.



Modelo de ByT extraído de la monografía Método de Bielas y Tirantes (ACHE) ,2003.

❖ Se implementa el modelo de cálculo de la estructura virtual:

-El modelo de cálculo de la estructura virtual que representa el Diafragma discretizado+Viga longitudinal física+ Diafragma discretizado, se caracteriza por la celosía local en la zona de los diafragmas discretizados que se muestra a continuación más una celosía Howe en la zona ubicada entre diafragmas discretizados.



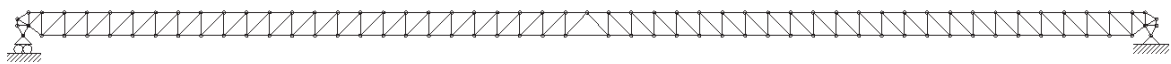
Modelo de Bielas y Tirantes de cálculo del diafragma discretizado simplificado

-Recubrimientos de cálculo para diseño de celosía:

Cordón inferior: $0,10 \text{ m}$.

Cordón superior: $0,25 \text{ m}$.

Anclaje activo/pasivo cálculo: $0,15 \text{ m}$.



Modelo estructura virtual: Diafragma discretizado+Viga longitudinal física+ Diafragma discretizado

-La estructura virtual de celosía estará sometida a unos estados de carga superpuestos que generan las máximas solicitaciones en las bielas y los tirantes de los diafragmas discretizados simplificados.

-Para aplicar las cargas actuantes sobre la estructura virtual de celosía se aplican los siguientes criterios de cálculo:

1°. Se asume la viga física longitudinal de borde (L gruesa) para el cálculo de la acción del peso propio sobre la estructura virtual de celosía, por dar la mayor acción de pp, del lado conservador.

$$pp = A_{sección} * \gamma_c = 0,645 * 25 = 16,12 \text{ KN/m}$$

2°. Se asume que la carga muerta de pretilles se encuentra aplicada sobre la estructura virtual de celosía, en el supuesto más desfavorable cubriendo la situación de la viga longitudinal física de borde.

$$cm_{pretilles} = 10 \text{ KN/m}$$

3. Se asume que la carga de viento se encuentra aplicada sobre la estructura virtual de celosía.

$$\text{Viento} = 0,9 \text{ KN/m}$$

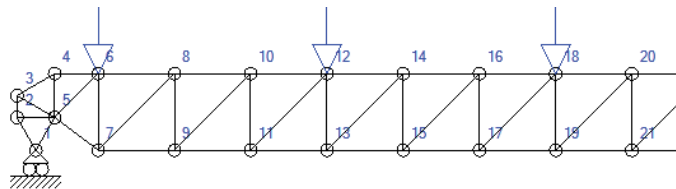
3°. Se toma un ancho tributario donde aplicar la cm del pavimento y la sobrecarga de uso. Dicho ancho tributario se toma como la media aritmética de los anchos de ala de las secciones de las vigas físicas longitudinales.

$$cm_{pavimento} = 23 * \frac{1,05 + 0,9}{2} * 0,15 = 3,37 \text{ KN/m}$$

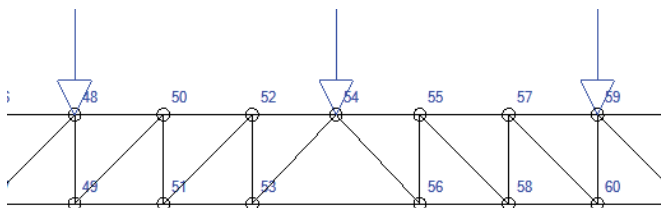
$$SC_{uso} = \frac{1,05 + 0,9}{2} * 4 = 3,9 \text{ KN/m}$$

4°. Se asume que 3 de las 6 cargas de 100 KN de la sobrecarga puntual de la instrucción se aplican sobre la estructura virtual de celosía. Dichas cargas se aplicarán en 2 situaciones:

-En el extremo de la estructura virtual de celosía (Situación I).



-En el centro de vano de la estructura virtual de celosía (Situación II).



5°. Se asume que el sistema de fuerzas equivalentes del pretensado simplificado, previamente calculado en este epígrafe, se encuentra aplicado sobre la estructura virtual de celosía.

6°. Los esfuerzos axiles obtenidos en las bielas y tirantes de la estructura virtual de celosía son conservadores porque minoran el efecto favorecedor del reparto trasversal de la carga en el tablero y en el diafragma.

-Transmisión de las cargas a los nudos de la celosía:

$$1,5 \cdot (pp + cm_{pretilas} + cm_{pavimento} + \text{Viento} + SC_{uso}) - 1 \cdot q_{estructura virtual ByT}^{ELU} = 1,5 \cdot (16,12 + 10 + 3,37 + 0,9 + 3,9) - 23,05 = 28,39 \text{ KN/m}$$

$$Nudos_{intermedios} = \frac{28,39}{2} \cdot 2 = 28,39 \text{ KN}$$

$$Nudos_{extremos} = \frac{28,39}{2} = 14,20 \text{ KN}$$

$$Nudos_{Tren de cargas} = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ KN (Situación I, II)}$$

$$Nudos_{anclajes pretensado} = 1 \cdot 5566 \text{ KN} + 1 \cdot 299,7 \text{ KN}$$

-Estado de esfuerzos axiales en ELU de las barras involucradas en el mecanismo resistente de ByT por introducción del pretensado y del apoyo del diafragma.

Convenio signos: Compresión (-), Tracción (+)

Barras	Axil, Combinación Situación I (KN)	Axil, Combinación Situación II (KN)
1	-758,7	-648,9
2	-758,7	-648,9
3	379,4	324,5
4	-657,14	-562,0
5	-2856,5	-2951,6
6	1785,4	1737,8
7	-3170,8	-3072,6
8	-2629,3	-2513,8
9	-2319,2	-2215,3
10	-1042,5	-1237,3
11	1475,6	1552,1

-Comprobación nudos y cálculo de armaduras principales:

El artículo 24° de la EHE define 2 comprobaciones a efectuar en los modelos de Bielas y tirantes:

1° La resistencia a compresión de las bielas de hormigón, la cual queda fijada para el diafragma discretizado simplificado en estudio en:

$$f_{1cd} = 0,7 * f_{cd} = 0,7 * \frac{45000}{1,5} = 21000 \text{ KN/m}^2 \text{ -----} \rightarrow \text{Para bielas transmitiendo compresiones a través de fisuras, con carácter general para todas las bielas del modelo.}$$

2° La resistencia a compresión de las bielas de hormigón en su encuentro con otras bielas o tirantes en los nudos que quedará definida según:

$$f_{2cd} = 0,7 * f_{cd} \text{ En nudos con tirantes anclados}$$

$$f_{2cd} = f_{cd} \text{ En nudos multicomprimidos en compresión biaxial}$$

3° Se define una caracterización geométrica del campo de compresiones de la biela a través de un área media de flujo de tensiones normales dado por:

$$A_{\text{Biela tipo}} = \text{canto}_{\text{campo compresiones}} * \text{ancho}_{\text{campo compresiones}} = 0,20 * 0,80 = 0,16 \text{ m}^2$$

$$\text{ancho}_{\text{diafragma discretizado}}^{\text{L gruesa}} = 0,55(\text{Alma}) + 0,25(\text{mitad de aligeramiento macizado}) = 0,8\text{m}$$

El canto se toma de la anchura del apoyo del neopreno del apoyo, será menor o igual al diámetro de la placa de anclaje de los tendones de pretensado, es igual a 2 veces el recubrimiento mecánico del cordón comprimido inferior del diafragma discretizado simplificado y menor al resto de anchos de biela estudiados más favorables.

El ancho se toma del ancho de diafragma discretizado de borde (sin contar el ala por no ser eficaz) por ser más desfavorable al de interior.

4° De acuerdo a los criterios fijados bastará con comprobar la biela más solicitada y comprobar $\sigma_{cd} \leq f_{1cd} = f_{2cd}$ para satisfacer las 2 comprobaciones en todos los nudos donde concurren las resultantes de tensiones normales del modelo de B y T:

$$\sigma_{cd}^{\text{max}} = \frac{C_{cd}}{A_{\text{Biela tipo}}} = \frac{3170,8}{0,16} = 19817,5 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \leq 21000 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \text{ ---} \rightarrow \text{ok}$$

Estado tensional del hormigón en ELU en zona de diafragma apto.

5° Se calcula la armadura principal de introducción de pretensado y reacción de apoyo en diafragma discretizado simplificado:

-Las cuantías de armadura a calcular son en 3 disposiciones.

-Se utilizará como tensión de trabajo del acero en ELU $\sigma_{sd} = 400 \text{ Mpa}$ para el control indirecto de la abertura de fisura.

$$-A_{S,3} = \frac{\max(T_3^{\text{Situación I}}, T_3^{\text{Situación II}})}{\sigma_{sd}} = \frac{\max(379,4, 324,5)}{40} = 9,48 \text{ cm}^2$$

→ 8 Ø12 con $l_{b,n} = 25 \text{ cm}$ tomados desde el eje del neopreno.

$$-A_{S,6} = \frac{\max(T_6^{\text{Situación I}}, T_6^{\text{Situación II}})}{\sigma_{sd}} = \frac{\max(1785,4, 1737,8)}{40} = 44,64 \text{ cm}^2$$

$$-A_{S,11} = \frac{\max(T_{11}^{\text{Situación I}}, T_{11}^{\text{Situación II}})}{\sigma_{sd}} = \frac{\max(1475,6, 1552,1)}{40} = 38,80 \text{ cm}^2$$

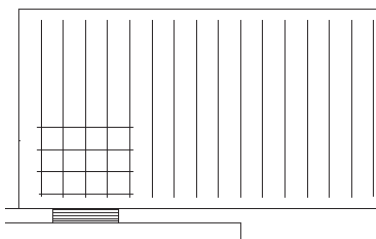
En los nervios longitudinales la armadura de cortante convive con la armadura de torsión de manera independiente.

Sin embargo en los diafragmas se recurre a una unificación de la armadura de torsión y cortante de acuerdo a la reducida sollicitación de cuantía de armadura transversal de torsión.

Se requieren $44,64 + 38,80 \text{ cm}^2 = 83,44 \text{ cm}^2$ de armadura trabajando a cortante (considerando la introducción del pretensado, la introducción de la reacción del apoyo y las acciones de proyecto en ELU). Además se requieren de una armadura de cerco cerrado trabajando a torsión de $10,27 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ en 1,60 metros, $16,43 \text{ cm}^2$ por cada diafragma discretizado.

Se dispondrán CØ20 cada 0,10 m haciendo un total de 16 cercos por diafragma discretizado. Se colocará un estribo intermedio Ø16 cada 0,10 m haciendo un total de 16 estribos por diafragma discretizado.

Se dispondrán a cortante $16 * 3,14 * 2 + 16 * 2,01 = 132,64 \text{ cm}^2$, la sustracción a dicha cuantía de cuantía de armadura de torsión $16,43 + 16,43 = 32,86 \text{ cm}^2$, resultan $99,78 \text{ cm}^2$ útiles a cortante, inferior a la cuantía necesaria de $83,44 \text{ cm}^2$, luego resulta válida.



Croquis de armaduras
compatibles con el sistema
de B y T.

3.9 Dimensionamiento de armadura de torsión, flexión y cortante transversal del Diafragma

Se pasa a dimensionar la armadura a torsión y cortante transversal de la pieza de diafragma. Se toman los esfuerzos de diseño de las combinaciones en ELU permanente o transitorio previamente calculados, incluyendo el efecto del pretensado a tiempo infinito y combinado desfavorablemente (sumando e incrementando el esfuerzo solicitante en ELU y nunca restando, conservadoramente):

$$-1,35*CP+1,5*(TCVB+SC_SB+Viento)+1,00*P_{\infty}$$

$$\rightarrow V_D = V_{ELU}^{Max.barras transversales} = 146,7 \text{ KN}$$

$$-1,35*CP+1,5*(TCEB+SC_SB+Viento)+1,00*P_{\infty}$$

$$\rightarrow T_D = T_{ELU}^{Max.barras transversales} = 156,2 \text{ mKN}$$

armado de las bandas de losa transversal.

$$-1,35*CP+1,5*(TCVC+SC_SB+Viento)+1,00*P_{\infty}$$

$$\rightarrow M_{f_D}^+ = 104,5 \text{ mKN}$$

$$-1,35*CP+1,5*(TCVB+SC_SB+Viento)+1,00*P_{\infty}$$

$$\rightarrow M_{f_D}^- = 97,5 \text{ mKN}$$

3.9.1 Armado a cortante

Se pasa a comprobar, para el canto dado al tablero, la suficiente capacidad resistente del diafragma de 1,6 x 7 x 0,9 trabajando transversalmente al tablero a cortante.

Se empleará la formulación de la EHE para losas.

*Comprobación del agotamiento de la biela comprimida pesimamente:

$$V_{u1} = k * f_{1cd} * b_0 * d * \frac{\cot \theta + \cot \alpha}{1 + \cot \theta^2} = 12240 \text{ KN} > 146,7 \text{ KN} \rightarrow \text{Biela no agotada.}$$

$$f_{1cd} = 0,6 * f_{cd} = 0,6 * \frac{45000}{1,5} = 18000 \text{ KN/m}^2$$

$$b_0 = 1,6 \text{ m} \rightarrow \text{Ancho diafragma.}$$

$$K=1,00 \rightarrow \text{No existe axil de pretensado transversal.}$$

$$d=0,85 \text{ m} \rightarrow \text{Asumiendo un recubrimiento mecánico de 5 cm.}$$

$$\theta = 45^\circ \quad \alpha = 90$$

*Comprobación de agotamiento por tracción en el alma para piezas de hormigón, sin armadura de cortante en regiones fisuradas a flexión.

Se comprobará que para el espesor dado al tablero, el diafragma trabajando a cortante transversalmente es capaz de soportar el esfuerzo cortante, sin armadura de cortante trabajando como una losa, con armadura longitudinal.

$$V_{u2} = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} * \xi * (100 * p_l * f_{cv})^{\frac{1}{3}} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_0 * d = 380,38 \text{ KN}$$

con

$$V_{u2,min} = \left(\frac{0,075}{\gamma_c} * \xi^{\frac{3}{2}} * f_{cv}^{\frac{1}{2}} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_0 * d = 788,72 \text{ KN}$$

$$d = 0,85 \text{ m} \quad b_0 = 1,6 \quad \xi = 1,5 < 2 \quad p_l = 0,001 \text{ (Conservador)}$$

$$f_{cv} = f_{ck} = 45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_c = 1,5 \quad \sigma'_{cd} = 0 \text{ (No existe axil en las bandas transversales)}$$

$V_D = 146,7 \text{ KN} < \max(V_{u2}, V_{u2,min}) \rightarrow$ No es preciso aumentar canto del diafragma, ni ancho de alma, ni resistencia del hormigón, el hormigón del diafragma no se agota a la tracción del alma trabajando a cortante como losa unidimensional transversalmente.

No es necesario disponer cuantía mínima de armadura transversal, puesto que no existe riesgo de rotura frágil transversal del diafragma por cortante.

3.9.2 Armado a torsión y flexión

El cálculo del diafragma de 1,6 x 7 x 0,9 trabajando transversalmente al tablero a torsión y flexión, se abordará a partir de la formulación de Wood y Armer para el armado de losas a flexión y torsor.

-Se tomará como esfuerzos de armado los máximos esfuerzos:

$$M_{f,D} = \max(M_{f_{\text{Pesimo_ELU}}}^{+ \text{ Banda losa transversal}}, M_{f_{\text{Pesimo_ELU}}}^{- \text{ Banda losa transversal}}) = 104,5 \text{ mKN}$$

$$T_D = T_{\text{ELU}}^{\text{Max.barras transversales}} = 156,2 \text{ mKN}$$

-Se armará a flexión y torsión, con Wood y Armer, la cara de la banda de losa transversal, del diafragma del puente, puesto que la cara opuesta se encuentra convenientemente armada como viga longitudinal postesada, debido a su comportamiento según viga doble T o viga en L por la presencia de los aligeramientos.

-El momento de cálculo a flexión simple toma el valor:

$$M_{f_D}^* = M_{f_D}^{Cara\ banda\ de\ losa} + |T_D^{Cara\ banda\ losa}| = 104,5 + 156,2 = 260,7 \text{ mKN}$$

Aplicando el anejo 7 de Cálculo simplificado de secciones en estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales.

Cumplimiento de las hipótesis de partida:

$$\frac{d'}{d} = \frac{0,05}{1,55} = 0,03 < 0,2 \quad \frac{d}{h} = \frac{1,55}{1,60} = 0,96 > 0,80$$

$$f_{ck} = 45 \text{ Mpa} \quad b = 1,60 \text{ m} \quad d = 1,55 \quad d' = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{Para } M_D = 260,7 < 0,375 * U_0 * d = 0,375 * \frac{45000}{1,5} * 1,6 * 0,85 = 13005 \text{ mKN}$$

$$A_{s1} = 7,08 \text{ cm}^2 (\text{cara compresión=cara tracción})$$

*Cuantía mínima mecánica:

$$-0,04 * 160 * 90 * \frac{45/1,5}{500/1,15} = 39,74 \text{ cm}^2 / (\text{cara compresión=cara tracción})$$

*Cuantía mínima geométrica:

$$-0,0028 * 160 * 90 = 40,32 \text{ cm}^2 / (\text{cara compresión=cara tracción})$$

Se dispondrá una armadura total de cálculo de $80,64 * 2 = 161,28 \text{ cm}^2$, asumiendo el principio de facilidad de montaje, continuando así la armadura dispuesta a lo largo del tablero.

Se dispondrá 8Ø25 a 0,20 m en la cara superior y 8Ø25 a 0,20 m en la cara inferior, por losa superior de banda de losa transversal, a lo largo de la longitud de 1,6 metros del diafragma.

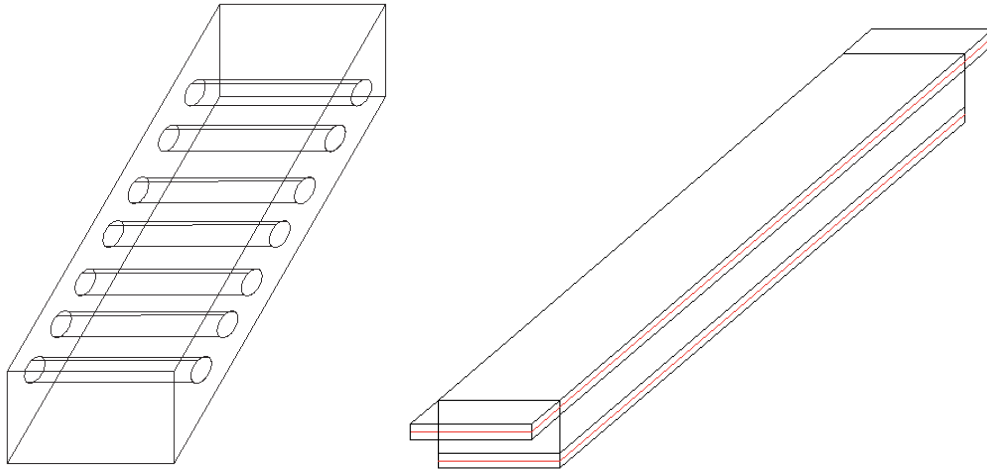
Se dispondrá 8Ø25 a 0,20 m en la cara superior y 8Ø25 a 0,20 m en la cara inferior, por losa inferior de banda de losa transversal, a lo largo de la longitud de 1,6 metros del diafragma.

La armadura se dispone formando cercos cerrados con dos estribos Ø25 en U con una longitud de solapamiento $l_s = \beta * l_{b, \text{neta}} = 2 * 89 \cong 180 \text{ cm}$

3.10. Dimensionamiento del armado de las bandas de losa transversales

3.10.1 Criterios de cálculo y esfuerzos de diseño

Las bandas de losa transversales del tablero son elementos complejos que no pueden ser asimilados a un elemento viga convencional ni a un elemento losa maciza convencional por la presencia de los aligeramientos internos.



Banda de losa transversal aligerada & Losa superior y losa inferior

Se opta por utilizar el método de armado de Wood y Armer para elementos bidimensionales tipo placa siguiendo los siguientes criterios:

- El método de Wood-Armer es un método que define un criterio de agotamiento de cualquier punto de una losa por actuación conjunta de los esfuerzos de momentos torsores y momentos flectores en equilibrio en el punto en estudio, en ELU.

- La banda de losa transversal se encuentra modelizada en su conjunto en el modelo de emparrillado, por una barra virtual con rigidez a flexión, corte vertical y torsión.

- La banda de losa transversal real consta de 2 losas: losa superior y losa inferior continuas, unidas por los nervios longitudinales que arriostran físicamente las losas.

- Se armará en sentido longitudinal de las bandas de losa transversal y en sentido longitudinal de los nervios, con armadura longitudinal dispuesta en 2 direcciones ortogonales, tanto en la losa superior como en la losa inferior, para absorber los esfuerzos flectores y torsores de la barra transversal virtual.

-Se tomarán como esfuerzos de cálculo para dimensionar las armaduras de las losas superior e inferior de la banda de losa transversal, los esfuerzos arrojados por las barras virtuales del modelo de emparrillado tanto para la caras de las losas como para las caras ortogonales, ya que los esfuerzos de la cara ortogonal, coincidente con las secciones de los nervios del tablero, del elemento placa, están completamente cubiertos a axil, momento flector, cortante y torsor de manera independiente.

-Se tomará como esfuerzos de armado los máximos esfuerzos:

$$M_{f,D} = \max(M_{f_{Pesimo_ELU}}^{+ \text{ Banda losa transversal}}, M_{f_{Pesimo_ELU}}^{- \text{ Banda losa transversal}}) = 104,5 \text{ mKN}$$

$$T_D = \max(T_{Pesimo_ELU}^{Banda losa transversal}) = 156,2 \text{ mKN}$$

Nota: Los esfuerzos introducidos por el Pretensado de M_f, T y V se han introducido en valor absoluto sumando desfavorablemente con $\gamma_P^{ELU} = 1$.

Los esfuerzos de armado máximos, aplicados sobre la losa superior de manera independiente y sobre la losa inferior de manera independiente de forma conservadora buscan 2 fines:

*El criterio de Wood y Armer se basa en el modelo de la losa trabajando a flexión y torsión donde la tracción gobierna el diseño del armado, y donde la conexión rasante entre la cara comprimida de la losa y la cara traccionada de la losa se encuentra asegurada. Como en el caso de la banda de losa transversal aligerada esto no es así, se obvia la conexión de rasante que aportan los nervios longitudinales de manera simplificada y conservadora.

*La disposición de armadura longitudinal suficiente en la losa superior y en la losa inferior aporta la cuantía geométrica de armadura que permite resistir el cortante vertical aplicado de manera independiente sobre la losa superior y sobre la losa inferior de manera conservadora en la dirección longitudinal de la banda de losa transversal.

-El armado independiente de los nervios a cortante y torsión, asegura la conexión de las losas superior e inferior de las bandas de losa transversal y en definitiva un comportamiento solidario de la sección transversal del tablero. Además se asegura el trabajo de las losas sup. e inf.

-Se comprobará el cortante vertical en las bandas de losa transversal con el esfuerzo máximo de cálculo:

$$V_D = \max(V_{Pesimo_ELU}^{Banda losa transversal}) = 146,7 \text{ KN.}$$

Dicho cortante se comprobaba, de manera independiente, en la losa superior y en la losa inferior como una pieza sin armadura de cortante fisurada conservadoramente.

3.10.2 Armado de la banda de losa: Transversalmente, Longitudinalmente

*Armado transversal

$$M_{f,D} = \max(M_{f_{\text{Pesimo_ELU}}}^{+ \text{ Banda losa transversal}}, M_{f_{\text{Pesimo_ELU}}}^{- \text{ Banda losa transversal}}) = 104,5 \text{ mKN}$$

$$T_D = \max(T_{\text{Pesimo_ELU}}^{\text{Banda losa transversal}}) = 156,2 \text{ mKN}$$

Esfuerzos de Wood y Armer (Conservadoramente para cara superior e inferior)
$M_{f,D}^* = M_{f,D}^{\text{Cara banda de losa}} + T_D^{\text{Cara banda losa}} = 104,5 + 156,2 = 260,7 \text{ mKN}$
$N_D^* = 0$

Espesor losa=0,20 m

Recubrimiento mecánico=0,05

Canto útil=0,15 m

Ancho alma=1,6 m

$$f_{ck} = 45 \text{ Mpa}$$

Aplicando el anejo 7 de Cálculo simplificado de secciones en estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales, en flexión simple, resulta.

$$M_{f,D}^* < 0,375 * U_0 * d = 520,2 \text{ mKN} \rightarrow A_{s1} = 39,40 \text{ cm}^2/\text{cara}$$

Del lado conservador se tomará la misma cuantía de armadura para la cara superior, por facilidad constructiva.

Se dispondrá 8Ø25 a 0,20 m en la cara superior y 8Ø25 a 0,20 m en la cara inferior, por losa superior de banda de losa transversal, a lo largo de todo el tablero.

Se dispondrá 8Ø25 a 0,20 m en la cara superior y 8Ø25 a 0,20 m en la cara inferior, por losa inferior de banda de losa transversal, a lo largo de todo el tablero.

*Armado Longitudinal

$$M_{f,D} = \max(M_{f_{Pesimo_ELU}}^{+ \text{ Banda losa transversal}}, M_{f_{Pesimo_ELU}}^{- \text{ Banda losa transversal}}) = 104,5 \text{ mKN}$$

$$T_D = \max(T_{Pesimo_ELU}^{\text{Banda losa transversal}}) = 156,2 \text{ mKN}$$

$$N_D = \frac{P_{\infty}}{4} = 1391 \text{ KN} \quad (\text{El equivalente a aplicar una presión de } \frac{1391 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 0,2} 6,9 \text{ Mpa, compresión moderada}).$$

Esfuerzos de Wood y Armer (Conservadoramente para cara superior e inferior)
$M_{f_D}^* = M_{f_D}^{Cara \text{ banda de losa}} + T_D^{Cara \text{ banda losa}} = 104,5 + 156,2 = 260,7 \text{ mKN}$
$N_D^* = 1391 \text{ KN}$

Espesor losa=0,20 m

Recubrimiento mecánico=0,05

Canto útil=0,15 m

Ancho alma=1,0 m (Armado longitudinal por metro lineal de losa sup./inf.)

$$f_{ck} = 45 \text{ Mpa}$$

Aplicando el anejo 7 de Cálculo simplificado de secciones en estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales, en flexión compuesta con armadura simétrica, resulta.

$$\text{Si } N_D^* < 0,5 * U_0 = 2550 \text{ KN} \rightarrow A_{s1} = A_{s2} = 25,27 \text{ cm}^2$$

Se dispondrán 8 Ø20 /metro lineal *cara.

→ 60 Ø20 +4 Ø20 + 60 Ø20 +4 Ø20 losa sup.

→ 60 Ø20 + 60 Ø20 losa inf.

*Cuantía geométrica losa (armado transversal):

$$-0,0028 * 160 * 20 = 8,96 \text{ cm}^2/\text{cara} < 39,40 \text{ cm}^2/\text{cara} \checkmark \text{ Cumple.}$$

*Cuantía mecánica losa (armado transversal):

-No procede por no tratarse de losa unidimensional.

*Cuantía geométrica losa (armado transversal):

$$-0,0028 * 100 * 20 = 5,6 \text{ cm}^2/\text{cara} < 25,27 \text{ cm}^2/\text{cara} \checkmark \text{ Cumple.}$$

*Cuantía mecánica losa (armado transversal):

-No procede por no tratarse de losa unidimensional.

*Longitudes de Anclaje y solapamientos

- Armado transversal

La armadura se dispone formando cercos cerrados con dos estribos $\varnothing 25$ en U con una longitud de solapamiento $l_s = \beta * l_{b,neta} = 2 * 89 \cong 180$ cm.

- Armado longitudinal

La armadura se dispondrá a partir de 3 barras solapas:

1 barra central de 12 metros + 2 barras laterales solapadas con distancia, $26-12=14$; $14/2=7$; $7+1,4(l_s)+0,25(l_{b,n})$, de 8,65 metros $\rightarrow \{8,65+12+8,65\}$.

Las barras longitudinales $\varnothing 20$ se anclarán con una $l_{b,neta,min} = 25$ cm desde la sección del plano de los neoprenos, sin decalaje de la armadura por no considerarse de cálculo en la resistencia de los nervios longitudinales. El anclaje de las varillas será en prolongación.

3.11. Dimensionamiento del armado longitudinal de los diafragmas

Se prolongara el armado longitudinal de losa superior y losa inferior de las bandas de losa transversal.

Se prolongará la cuantía mínima de armadura de los nervios longitudinales del tablero de losa aligerada a torsión y en su caso a flexión.

3.12 Dimensionamiento del armado a cortante de los nervios del tablero de losa aligerada

Se pasa a dimensionar a cortante los nervios del tablero de la losa aligerada, presentando el cortante pésimo en ELU para el nervio más solicitado a cortante.

El cortante de diseño para todos los nervios longitudinales del tablero resulta para la combinación en ELU:

$$1,35*PP+1,35*CM+1,35*CM_{\text{pretilas}}+1,5*TCEB+1,5*SC_{\text{SB}}+1,5*Viento_{\text{abajo}}+1*P_{\infty}$$

$$V_D^{ELU} = 364 \text{ KN en el borde del apoyo.}$$

El cálculo del acero de refuerzo se realizará con la norma EHE.

Se tomará como sección colaborante a cortante el alma de del nervio.

*Comprobación del agotamiento de la biela comprimida pesimamente:

Se realizará la comprobación en el borde del apoyo con el cortante pésimo, conservadoramente.

$$V_{u1} = k * f_{1cd} * b_0 * d * \frac{\cot \theta + \cot \alpha}{1 + \cot \theta^2} = 1683 \text{ KN} > 364 \text{ KN} \rightarrow \text{Biela no agotada.} \checkmark$$

$$f_{1cd} = 0,6 * f_{cd} = 0,6 * \frac{45000}{1,5} = 18000 \text{ KN/m}^2$$

$$b_0 = 0,4 - 0,09 - 0,09 = 0,22 \text{ m (Del lado del lado de la seguridad}$$

→ Ancho alma nervio longitudinal deducidas las vainas.

K=1,00 → No se supone axil de pretensado longitudinal, conservadoramente.

d=0,85 m → Asumiendo un recubrimiento mecánico de 5 cm.

$$\theta = 45^\circ \quad \alpha = 90$$

* Cálculo del acero de refuerzo para el cumplimiento del estado de agotamiento por tracción en el alma de los nervios.

$$364 = V_{u2} = V_{cu} + V_{su} = \left(\frac{0,15}{\gamma_c} * \xi * \sqrt{100 * \rho_l * f_{cv}} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * \beta * b_0 * d + z * \cotg \theta * \sum A_\alpha * f_{y\alpha, d}$$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d(mm)}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{850}} = 1,49 < 2,0 ; \quad d=0,85 \text{ m} ; \quad f_{cv} = f_{ck} = 45 \text{ Mpa}$$

$b_0 = 0,22 \text{ m} ; \quad \rho_l = \frac{19*2*1,40}{85*40} = 0,018 < 0,02$ (Sin contar con la armadura pasiva longitudinal de la losa inferior ni la cuantía geométrica mínima de armadura longitudinal en la cara traccionada, del lado de la seguridad)

$$V_{cu, min} = 113,51 \text{ KN} < 120,15 \text{ KN}$$

$$\sigma'_{cd} = 0 \text{ (Del lado de la seguridad)} ; \quad \beta = 1 \text{ } (\theta = 45^\circ) ; \quad z = 0,9*d = 0,77 \text{ m} ; \quad \gamma_c = 1,5$$

$$f_{y\alpha, d} = 400 \text{ Mpa (Tensión de trabajo de los estribos/cercos en ELU)}$$

Resulta $V_{cu} = 120,15 \text{ KN}$, $V_{su} = 364 - 120,15 = 243,84 \text{ KN}$, con estribos verticales $\alpha = 90^\circ$.

$$A_\alpha = \frac{243,84}{0,77 * \cotg(45) * 400000} * 10^4 = 7,96 \text{ cm}^2/\text{m}$$

*Comprobación de cuantía mínima:

$$A_\alpha > \frac{f_{ct,m} * b_0}{7,5 * f_{y\alpha, d}} * \sen(\alpha) = \frac{30 * 45^{\frac{2}{3}} * 0,22}{7,5 * 400000} * \sen(90) * 10^4 = 2,78 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \checkmark \text{Cumple}$$

Se dispondrán 1 E Ø16 cada 0,20 m por nervio entre diafragmas.

Se cumplirá la separación máxima longitudinal y la separación máxima transversal.

3.13 Dimensionamiento del armado a torsión de los nervios del tablero de losa aligerada

Se pasa a dimensionar a torsión los nervios del tablero de la losa aligerada, presentando el momento torsor pésimo en ELU para el nervio más solicitado a torsión.

El momento torsor de diseño para todos los nervios longitudinales del tablero resulta para la combinación en ELU:

$$1,35*PP+1,35*CM+1,35*CM_{\text{pretiles}}+1,5*TCEB+1,5*SC_{\text{SB}}+1,5*Viento_{\text{abajo}}$$

(No se considera la acción del pretensado por ser beneficiosa, conservadoramente).

$$T_D^{ELU} = 181 \text{ KN}$$

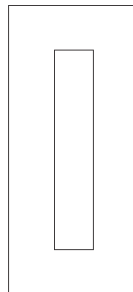
Se pasa a calcular los estados límites últimos de agotamiento de los nervios de hormigón a torsión con la norma EHE.

$$\text{Área sección bruta} = 0,56 \text{ m}^2$$

$$\text{Área nervio} = A = 0,36 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro exterior nervio} = u = 2,6 \text{ m}$$

$$h = \frac{A}{u} = \frac{0,36}{2,6} = 0,137 \text{ m} < 0,4/2 = 0,20 \text{ m}$$



Sección efectiva del nervio de hormigón a efectos del cálculo a torsión

$$A_{\text{sección eficaz}} = 0,216 \text{ m}^2$$

Se pasa a comprobar el esfuerzo torsor de agotamiento que pueden resistir las bielas comprimidas:

$$T_{U1} = 2 * K * \alpha * f_{1cd} * A_e * h_e * \frac{\cotg(\theta)}{1 + \cotg(\theta)^2} = 326,592 \text{ mKN} > 181 \text{ mKN} \checkmark \text{ Biela no agotada.}$$

$K=1$ (No se considera la acción del pretensado, del lado de la seguridad); $\alpha = 0,60$; $\theta=45^\circ$; $f_{1cd} = 0,60 * f_{1cd} = 18000 \text{ KN/m}^2$; $A_e = 0,216 \text{ m}^2$; $h_e = 0,137 \text{ m}$

Se pasan a calcular las cuantías de armadura longitudinal y transversal.

$$\frac{A_t}{s_t} = \frac{T_{u2}}{2 * A_e * f_{yt,d} * \cot g(\theta)} = \frac{181}{2 * 0,216 * 40 * 1} = 10,27 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_l = \frac{T_{u3} * u_e}{2 * A_e * f_{yt,d} * \tan(\theta)} = \frac{181}{2 * 0,216 * 40 * 1} = 12,56 \text{ cm}^2$$

Se dispondrán cercos Ø16 a 0,20 metros. Se cumple la separación máxima longitudinal de los cercos ($s_t < 30 \text{ cm}$). La prolongación de los cercos de tablero en los cercos de estribo está del lado de la seguridad. Se cumplirá la separación máxima de las armaduras longitudinales, con una distancia inferior a los 30 cm.

Se dispondrán 16 Ø10 por nervio longitudinal como armadura longitudinal de torsión.

La armadura se dispondrá a partir de 3 barras solapas:

1 barra central de 12 metros + 2 barras laterales solapadas con distancia, $26 - 12 = 14$; $14/2 = 7$; $7 + 1,4(l_s) + 0,25(l_{b,n})$, de 8,65 metros $\rightarrow \{8,65 + 12 + 8,65\}$.

Las barras longitudinales Ø10 se anclarán con una $l_{b,neta,min} = 25 \text{ cm}$ desde la sección del plano de los neoprenos. El anclaje de las varillas será en prolongación.

No es preciso el cálculo de cuantías mínimas de armadura, por estar implícito en el cálculo y en el mantenimiento de separaciones no superior a las separaciones máximas.

Se pasa a comprobar por último el cumplimiento de la interacción torsor-cortante en los nervios longitudinales de la losa aligerada.

$$\left(\frac{T_{rd}}{T_{u1}}\right)^\beta + \left(\frac{V_{rd}}{V_{u1}}\right)^\beta < 1$$

$$\text{Con } \beta = 2 * \left(1 - \frac{h_e}{b}\right) = 0,72$$

$$\left(\frac{181}{326,60}\right)^{0,72} + \left(\frac{364}{1683}\right)^{0,72} = 0,95 < 1 \quad \checkmark \text{ Cumple.}$$

La prolongación de los cercos con mayor cuantía en los diafragmas está del lado de la seguridad, además se prolongarán los cercos más allá de los ejes de apoyo.

3.14 Cálculo de la cuantía de armadura a flexión mínima

Debido a que la resistencia al mecanismo de flexión de los nervios longitudinales de la losa aligerada está cubierto en ELU y en ELS a través de la armadura activa de tendones de acero postesado, no es preciso la disposición de armadura pasiva, en ningún caso, para controlar procesos de agotamiento ni de flechas.

Cuantía geométrica de armadura de tracción:

$$0,0028 * 0,56 * 10^4 = 15,68 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Armadura de compresión: } 5 \text{ cm}^2$$

Cuantía mecánica de armadura de tracción:

$$0,04 * 0,56 * \frac{35/1,5}{500/1,15} = 12 \text{ cm}^2$$

La concentración de armadura longitudinal en las losas superior e inferior supera abundantemente dicha cuantía y se prescribe la no necesidad de disponer mayor cuantía de armadura, además la armadura citada presenta continuidad a lo largo del tablero mediante solapamientos por lo que cumple los requisitos de la cuantía mínima de armadura de flexión.

3.15 Comprobación del estado límite fisuración del tablero

De acuerdo a la normativa de aplicación, se exigen unas condiciones de fisuración en hormigón pretensado de una abertura máxima de fisura de W_{max} de 0,2 mm para la combinación frecuente de acciones y de 0,3 mm para combinación cuasipermanente de acciones, en la etapa en servicio del tablero.

El dimensionamiento del sistema de pretensado en el apartado “Dimensionamiento de la fuerza de tesado” muestra para la combinación frecuente pésima a M_f^+ en ELS el cumplimiento del estado de no descompresión en los nervios longitudinales del tablero de losa aligerada, satisfaciendo holgadamente, del lado de la seguridad, el comportamiento en servicio marcado por la normativa para estructuras de tablero de puentes.

Se resume a continuación los resultados ya mostrados en el apartado referido de este anejo, del nervio longitudinal pésimo en ELS, en servicio.

SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
h(m)	Tensiones (Mpa)	h(m)	Tensiones (Mpa)
0,45	14,3094375	0,381	12,76533701
0,4	13,7134375	0,3	11,68990819
0,3	12,5214375	0,2	10,36221828
0,2	11,3294375	0,1	9,03452837
0,1	10,1374375	0	7,706838462
0	8,9454375	-0,1	6,379148553
-0,1	7,7534375	-0,2	5,051458644
-0,2	6,5614375	-0,3	3,723768736
-0,3	5,3694375	-0,4	2,396078827
-0,4	4,1774375	-0,5	1,068388918
-0,45	3,5814375	-0,519	0,816127836

Estado tensional de las 2 secciones (Viga longitudinal interior y de borde) sometidas al $M_{f_Pesimo}^+ = 596,3 \text{ mKN} + P_{\infty} = 5009,5 \text{ KN}$ en la combinación en situación frecuente en ELS: CP+0,5*TCVB+0,2*SC_B+0,2*Viento+0,9*Pretensado_∞

SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
h(m)	Tensiones (Mpa)	h(m)	Tensiones (Mpa)
0,45	8,6667975	0,381	7,444068134
0,4	8,6977575	0,3	7,499932692
0,3	8,7596775	0,2	7,568901282
0,2	8,8215975	0,1	7,637869872
0,1	8,8835175	0	7,706838462
0	8,9454375	-0,1	7,775807051
-0,1	9,0073575	-0,2	7,844775641
-0,2	9,0692775	-0,3	7,913744231
-0,3	9,1311975	-0,4	7,982712821
-0,4	9,1931175	-0,5	8,051681411
-0,45	9,2240775	-0,519	8,064785443

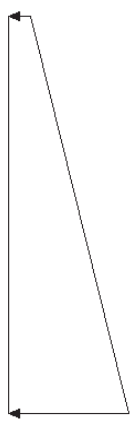
Estado tensional de las 2 secciones (Viga longitudinal interior y de borde) sometidas al $M_{f_Pesimo}^- = 30,96 \text{ mKN} + P_{\infty} = 5009,5 \text{ KN}$

Ambas secciones se encuentran en compresión compuesta, no hay tracción, no hay fisuración. Comportamiento apto en servicio.

El dimensionamiento del sistema de pretensado en el apartado “Dimensionamiento de la fuerza de tesado” muestra el cumplimiento del estado de compresión máxima reducida y el estado de tracciones controladas, durante la fase constructiva del tablero durante el tesado de los tendones, en los nervios longitudinales del tablero de losa aligerada, satisfaciendo el comportamiento en vacío del tablero, necesario para no comprometer la estructura en servicio o producirse su rotura antes de que este se produzca.

Se resume a continuación los resultados ya mostrados en el apartado referido de este anejo, del nervio longitudinal pésimo en ELS, en vacío.

Resulta un $M_{f_Pesimo}^- = 1181,7 \text{ mKN} + N_p = 7347,8 \text{ KN}$



SECCIÓN DOBLE T		SECCIÓN L GRUESA	
h(m)	Tensiones (Mpa)	h(m)	Tensiones (Mpa)
0,45	2,431771429	0,381	1,223806467
0,4	3,619471429	0,3	3,366905153
0,3	5,994871429	0,2	6,012705999
0,2	8,370271429	0,1	8,658506846
0,1	10,74567143	0	11,30430769
0	13,12107143	-0,1	13,95010854
-0,1	15,49647143	-0,2	16,59590939
-0,2	17,87187143	-0,3	19,24171023
-0,3	20,24727143	-0,4	21,88751108
-0,4	22,62267143	-0,5	24,53331192
-0,45	23,81037143	-0,519	25,03601409

Se proceden a realizar las comprobaciones recomendadas para un buen comportamiento del tablero en vacío:

1º No hay tracción → No hay fisuración descontrolada → Armadura de Piel.

2º Compresiones excesivas: $\sigma_c \leq 0,6 * f_{ck}^{\text{momento de tesado}}$

$$\sigma_c = \max(23,8, 25,03) = 25,03 \quad \leftrightarrow \quad 0,6 * f_{ck}^{28 \text{ días}} = 0,6 * 45 \\ = 27 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_c = 25,03 \text{ Mpa} \leq 27 \text{ Mpa} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Se tesará a los 28 días habida cuenta del carácter del proyecto, donde no existe una planificación de ejecución de tajos que lo impida.

El estado de compresión compuesta de los nervios longitudinales en la situación pésima de la combinación frecuente pésima permite asegurar que la sección transversal se mantendrá comprimida para la combinación de acciones frecuente pésima.

Esto permite asegurar la no presencia de fisuración transversal en las bandas de losa transversales, habida cuenta del comportamiento losa-viga que experimenta el puente ($\frac{c}{l} = \frac{0,9}{26} = \frac{1}{28}$).

No será preciso realizar un control de la fisuración en las bandas de losa transversales intermedias del tablero ni en los diafragmas, armados como losa en cualquier caso, conservadoramente.

3.16 Comprobación del estado límite último de equilibrio

El equilibrio se encuentra asegurado para los apoyos dispuestos en los extremos del tablero.

Se comprobó para las combinaciones de proyecto definidas en el presente anejo en ELU, la condición de no descompresión de los apoyos, cumpliéndose en todas las hipótesis y posiciones de apoyos dispuestos.

3.17 Estado límite de servicio de fatiga

De acuerdo a la EHE, en estructuras normales sometidas a cargas de tráfico de carreteras no será necesario comprobar este estado límite de fatiga, como es el caso del puente objeto de este proyecto.

3.18 Estado límite de vibraciones

De acuerdo a la EHE, en estructuras normales sometidas a cargas de tráfico de carreteras no será necesario comprobar este estado límite de fatiga, como es el caso del puente objeto de este proyecto.

3.19 Comprobación del estado límite de deformaciones del tablero

Se analiza en este apartado las flechas de proyecto del tablero en servicio. El análisis del giro viene comprobado implícitamente en la comprobación validada de los apoyos de neopreno armado.

La flecha total a plazo infinito, debida a la totalidad de las cargas actuantes, está formada por la flecha instantánea producida por todas las cargas más la flecha diferida por las cargas permanentes.

La limitación de la flecha no puede exceder el valor de $\delta_{max} = \frac{L_{vano}}{500}$
 $\delta_{max} = \frac{26}{500} = 0,052 \text{ m}$ (carretera con circulación lenta y puente isostático).

La flecha total se calcula con la expresión:

$$\delta_{Total\ vano} = \left(\delta_{PP(con\ agua)} + \delta_{CM_{pav}} + \delta_{CM_{pret.}} + \delta_{Fuerzas\ equiv.pretensado}^{tiempo.\infty} \right) * (1 + \varphi) + \delta_{SC\ tren\ de\ cargas} + \delta_{SC,vano}$$

Realizando una envolvente de las flechas para todas las combinaciones poco probables, frecuentes y cuasipermanentes definidas en este anejo, en el modelo de emparrillado del tablero en el software STR Cálculo de estructuras, se obtienen los valores de deformación pésimos para la combinación poco probable en servicio: CP+TCVB+0,6*SC_B+0,6*Viento+P_{t∞}

Tomando como coeficiente de fluencia $\varphi=1,70$ y calculando la expresión anterior el valor total de deformación es $\delta_{Total\ vano}=0,041 \text{ m} < 0,052 \text{ m} \checkmark$

Comparando los resultados obtenidos con la limitación máxima de deformación se comprueba que **cumple el ELS Deformación.**

4. Dimensionamiento de dispositivos de apoyo

Se elige del catálogo general de apoyos estructurales de la casa Ingeniería y elastómeros S.A el apoyo con las siguientes características.

Tipo de apoyo	Apoyo armado estándar (tipo I)
Ancho	250 mm
Largo	300 mm
Altura	63 mm
Carga vertical	94 Ton
Carga Horizontal	5,25 Ton
Altura neta	45 mm
Desplazamiento Horizontal	41,5 mm
Angulo eje b (rad)	1,29
Angulo eje a (rad)	1,08
Nº capas caucho	5
Espesor capas caucho	8 mm
Nº capas chapa	6
Espesor capas chapa	3 mm
Peso	14,73 Kg
G (Casa fabricante para comprobaciones)	20 Kg/cm ²
Volumen	4,73 dm ³

Se comprueban los dispositivos de apoyo siguiendo las prescripciones indicadas por la casa fabricante, comprobando un apoyo en las situaciones de proyecto pésimas en ELU, para cada modo de fallo.

4.1 Acciones sobre cada apoyo de neopreno armado

Reacción máxima apoyo en ELU	777,48 KN = 77,48 Ton
Reacción mínima apoyo en ELU	273 KN=27,3 Ton
Fuerza frenado horizontal apoyo en ELU	26,25 KN = 2,65 Ton
Fuerza horizontal transversal apoyo Accidental en ELU	37,93 KN =3,93 Ton

4.2 Comprobaciones de los apoyos de neopreno armado

*Comprobación presión vertical:

$$P_{v_max} = \frac{77750}{25 \times 30} = 103,6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} < 150 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad \checkmark$$

*Desplazamiento máximo:

$$D = D_{impuestos} + D_{acciones directas} = 3,18 + 0,79 = 3,97 \text{ cm} = 39,7 \text{ mm} < 41,5 \text{ mm} \checkmark$$

$$D_{impuestos} = 318 \text{ mm (Ver apartado junta de calzada)}$$

$$D_{acciones directas} = \frac{F_H * Alt_{neta}}{G * a * b} = \frac{2650 * 4,5}{20 * 30 * 25} = 0,79 \text{ cm}$$

$$D_{acciones directas_accident} = \frac{F_H * Alt_{neta}}{G * a * b} = \frac{3930 * 4,5}{20 * 30 * 25} = 1,18 \text{ cm} = 11,8 \text{ mm} < 41,5 \text{ mm} \checkmark$$

*Tensiones tangenciales:

$$\tau = \tau_N + \tau_{H\text{ TOTAL}} + \tau_{\alpha\text{ TOTAL}} = 18,18 + 18,40 + 11,25 = 30,83 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} < 5G = 100 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \checkmark$$

$$\tau_N = \frac{1,5 \sigma_m}{S} = \frac{1,5 * 103,30}{8,52} = 18,18 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_m = \frac{77480}{30 * 25} = 103,30 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad S = \frac{a * b}{2 * (a + b) * T} = \frac{25 * 30}{2 * (30 + 25) * 0,8} = 8,52$$

$$\tau_{H\text{ TOTAL}} = (\tau_{Ha}^2 + \tau_{Hb}^2)^{\frac{1}{2}} = 18,40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_{Ha} = \frac{G * u}{T} = \frac{20 * 3,97}{4,5} = 17,64 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \tau_{Ha} = \frac{F_H}{a * b} = \frac{\max(3930, 2650)}{25 * 30} = 5,24 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_{\alpha\text{ TOTAL}} = (\tau_{\alpha a}^2 + \tau_{\alpha b}^2)^{\frac{1}{2}} = 11,25 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_{\alpha a} = \frac{G}{2} * \left(\frac{a}{t}\right)^2 * \alpha_a / n = \frac{20}{2} * \left(\frac{30}{0,8}\right)^2 * \frac{4 * 10^{-3}}{5} = 11,25 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_{\alpha b} = 0$$

*Deslizamiento de apoyo:

$$F_{Horizontal, \max} = 3,93 \text{ Ton} < f * F_{vertical, \min} = 0,68 * 27,3 = 18,58 \text{ Ton} \checkmark$$

$$f = 0,1 + \frac{6}{\sigma_{m(Mpa)}} = 0,1 + \frac{6}{10,33} = 0,68$$

*Estabilidad:

$$\text{Se cumple } \frac{a}{10} = \frac{30}{10} = 3 \text{ cm} < Alt_{neta} = 4,5 \text{ cm} < \frac{a}{5} = \frac{30}{5} = 6 \text{ cm} \checkmark$$

*Levantamiento:

La condición de no levantamiento es:

$$\alpha_t = 8 * 10^{-4} < \frac{3 * t^2 * \sigma_m}{S * a^2 * G} = \frac{3 * 0,8^2 * 103,30}{8,52 * 30^2 * 20} = 1,29 * 10^{-3} \checkmark$$

5. Juntas de calzada

Las juntas de dilatación se disponen una vez realizado el pavimento (ver anejo IX). Las juntas están conformadas por un burlete de goma, y se colocan simplemente disponiendo el perfil dentro del espacio que queda entre el borde del tablero y el peto del estribo. Se ejecutará una en cada extremo del tablero.

Cálculo del recorrido de la junta para su implementación material.

Se toman los valores de deformación reológicos para un hormigón HP-45:

$$\varepsilon_{c\phi} = 2,65 * 10^{-4} \quad \varepsilon_{cs} = 4 * 10^{-4} \quad \varepsilon_{c\phi} = 2,65 * 10^{-4} \quad \varepsilon_{cT} = 6 * 10^{-4}$$

Acciones	Contracción u(m)	Expansión u(m)
Pretensado	-	-
Fluencia	-0,0068 m	-
Retracción	-0,01 m	-
Temperatura	-0,015 m	+0,015 m
Frenado	-0,008 m	+0,005 m
SUMA	-0,0398 m	+0,02 m

$$\text{Recorrido junta de calzada} \rightarrow |Contracción| + |expansión| = 39,8 + 20 = 59,8 \text{ mm}$$

Para un recorrido de junta entorno a los 50 mm como el previsto se elige ejecutar una junta por mortero epoxi y un perfil armado de caucho cloropreno. Se indica detalle de junta en planos.

6. Dimensionamiento de los Pretiles

Se dispondrán pretiles prefabricados tipo new jersey a 1 cara en obra.

Los pretiles deben soportar la fuerza del impacto de vehículo a baja velocidad en la situación de proyecto accidental desde dentro de la calzada hacía fuera.

Esta sollicitación no debe comprometer los estados límites de servicio ni últimos del tablero, por lo que el pretil se unirá al tablero de forma no solidaria a este, no contribuyendo a la resistencia ni deformabilidad del mismo sometido a las acciones de proyecto.

Se asumirá como hipótesis que la carga del impacto se reparte en un metro de pretil.

El pretil se encuentra sollicitado momentos flectores y cortantes.

El momento flector de cálculo para la comprobación del pretil viene definido por la acción accidental de impacto de 30 KN y su brazo de aplicación desde la base del pretil, de 50 cm.

Las tensiones críticas generadas resultan:

$$\sigma_c = \frac{30 \cdot 0,5 \cdot 0,25}{\frac{1}{12} \cdot 1(\text{area de influencia}) \cdot 0,5^3} \cdot 0,001 = 0,36 \text{ Mpa} \lll f_{cd} \checkmark$$

$$\sigma_t = \frac{30 \cdot 0,5 \cdot 0,25}{\frac{1}{12} \cdot 1(\text{area de influencia}) \cdot 0,5^3} \cdot 0,001 = 0,36 \text{ Mpa} < f_{ct,d} = 1,76 \text{ Mpa} \checkmark$$

Luego el pretil cumple satisfactoriamente frente a la sollicitación de momento flector.

El cortante de cálculo para la comprobación del pretil en su interfase con el tablero definido por la acción accidental de impacto resulta 30 KN, debido a la baja velocidad marcada para puentes que dan acceso a caminos rurales como el del presente proyecto.

Con objeto de asegurar el no desplazamiento, así como el no vuelco de este, durante el impacto se estudiará el cumplimiento del estado límite último de cortante fricción del pretil en su interfase con el tablero.

Se utilizará para la comprobación de este ELU el modelo de la norma Eurocódigo-2 EN 1992-1-1 (6.2.5):

$$v_{\text{rasante interfaz pretil tablero}} = \frac{30}{0,50 \cdot 1} = 60 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

$$v_{R,D} = \mu * \sigma_n + \rho * f_{yd} * (\mu * \text{sen}(\alpha) + \cos(\alpha))$$

Con

$\mu=0,6$ Para un tipo de superficie lisa ejecutada con encofrado deslizante o superficie extruida o superficie libre sin tratamiento tras el vibrado.

$$\sigma_n = \frac{PP_{metro\ lineal}}{1 * 0,5} = \frac{580 * 10 * 10^{-3}}{1 * 0,5} = 11,6 \frac{KN}{m^2}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ Mpa}$$

$\alpha = 90^\circ$ (Se suponen las armaduras de corte fricción verticales, del lado de la seguridad, aunque en obra se ejecuten con la desviación de la vertical marcada por catálogo de la pieza prefabricada, para dotar a la junta de más cm^2 de acero del lado de la seguridad).

$$\rho = \frac{A_s}{s * b_i} = \frac{A_s}{s * 1 \text{ m}} = \frac{A_s}{s}$$

$$\text{Haciendo } v_{rasante\ interfaz\ pretil\ tablero} = 60 \frac{KN}{cm^2} = v_{R,D}$$

$$\frac{A_s}{s} = 0,0002032 = 2,03 \frac{cm^2}{m}$$

Se dispondrán 2Ø12 por metro de pretil anclado en el estribo 20 cm para un hormigón de categoría resistente recomendada en catálogo de 35 Mpa.

La ejecución de los pretiles se realizará perforando las alas del tablero con taladros Ø25 una profundidad no mayor de 20 cm.

Se inyectara mortero de alta resistencia y se insertarán las armaduras de espera que llevarán dispuestas de fábrica los pretiles con ayuda de grúa móvil.

NEW JERSEY (a 1 cara)

NOMBRE: N-J/1 New Jersey a 1 cara

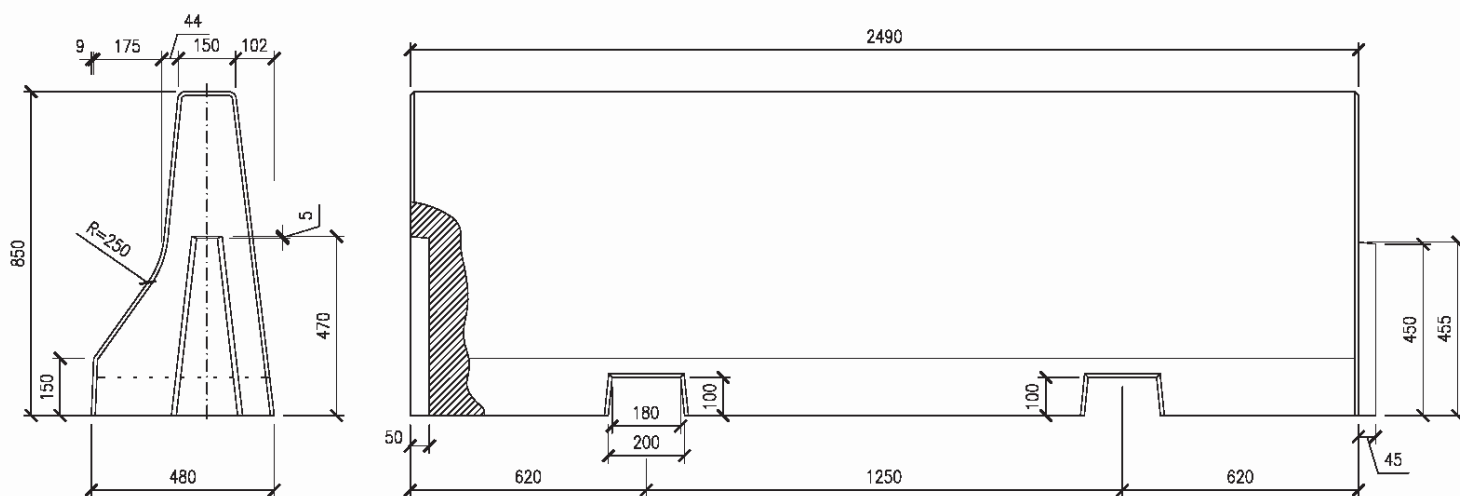
REFERENCIA: 611

APLICACIÓN: Obra civil

PESO: 580 kg/ m.l.

HORMIGÓN: HA-35/F/12/IIa

ACERO: B 500 S

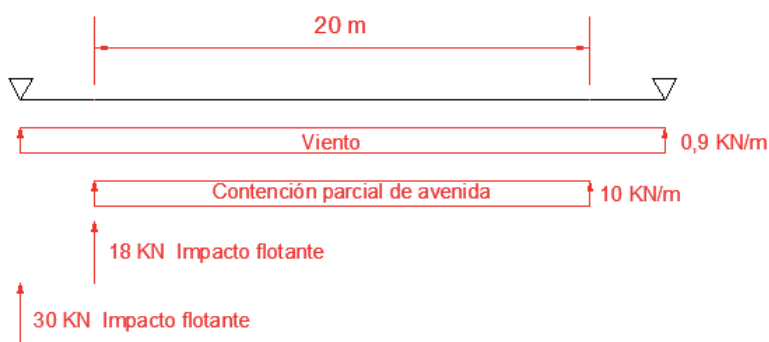


7. Comportamiento del tablero en su modo de trabajo accidental

En este apartado se pasa a comprobar el tablero de hormigón trabajando de manera independiente en la combinación de acciones accidental.

El estudio del tablero trabajando en la situación de proyecto accidental se simplificará al estudio del comportamiento del tablero como viga de canto para transmitir las cargas accidentales transversales hasta los apoyos, el muro de estribo y definitivamente las zapatas de estribos (La transmisión apoyo-muro-zapata, se comprueba en los apartados que tratan dichos elementos estructurales).

La situación accidental de Viento + Impacto de vehículo + Contención de avenida da lugar a las siguientes acciones:



Combinación de acciones para estudiar el tablero trabajando en situación de proyecto accidental a Cortante. Todos los coeficientes parciales de mayoración de las acciones toman el valor de 1 en situación accidental ($\gamma=1$).



Combinación de acciones para estudiar el tablero trabajando en situación de proyecto accidental a m. flector. Todos los coeficientes parciales de mayoración de las acciones toman el valor de 1 en situación accidental ($\gamma=1$).

Se asimilará el tablero a una viga rectangular de dimensiones:

h: 7 m x c: 0,9 m x l: 26 m

Esfuerzos de diseño para la comprobación a cortante y momento flector

$M_f^{Transversal}$ (ELU accidental)
1188 mKN
$V_{transversal}$ (ELU accidental)
227,6 KN

$$I_{seccion\ rectaangular\ tablero} = \frac{1}{12} * 0,9 * 7^3 = 25,72\ m^4$$

$$\sigma_c = \frac{1188*3,5}{25,72} * 0,001 = 0,15\ Mpa \lll f_{cd} \checkmark$$

$$\sigma_t = \frac{1188*3,5}{25,72} * 0,001 = 0,15\ Mpa < f_{ct,d} = 1,76\ Mpa \checkmark$$

El tablero se comportará adecuadamente en la situación accidental de modo de trabajo transversal a momento flector.

Se comprobará el agotamiento por tracción del alma a cortante en la sección del tablero trabajando transversalmente, sin armadura de cortante dispuesta expresamente, conservadoramente. No es necesario comprobar el agotamiento de las bielas a cortante en piezas sin armadura a cortante, como es el caso.

$$V_{u2} = \left(\frac{0,18}{\gamma_c} * \xi * (100 * p_l * f_{cv})^{\frac{1}{3}} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_0 * d = 3112,77\ KN > 227,6\ KN \checkmark$$

con

$$V_{u2,min} = \left(\frac{0,075}{\gamma_c} * \xi^{\frac{3}{2}} * f_{cv}^{\frac{1}{2}} + 0,15 * \sigma'_{cd} \right) * b_0 * d = 2653,87\ KN < V_{u2}$$

$$d = 6,95\ m \quad b_0 = 0,9 \quad \xi = 1,5 < 2 \quad p_l = 0,01\ (Conservador)$$

$$f_{cv} = f_{ck} = 45 \frac{N}{mm^2} \quad \gamma_c = 1,5 \quad \sigma'_{cd} = 0$$

El tablero se comportará adecuadamente en la situación accidental de modo de trabajo transversal a cortante.

8.Dimensionamiento del muro de estribo

8.1. Criterios de cálculo del muro de estribo frente a cargas axiales

Para el dimensionamiento del estribo de tipología cerrado frente a las cargas axiales que recibe de los elementos de transmisión de carga tablero-muro se aplican los siguientes criterios:

-El muro de estribo se calcula trabajando axialmente frente a las cargas centradas en su plano medio como una viga de pared mediante el método de bielas y tirantes, ya que cumple $luz/canto < 2,5$.

-Se empleará el modelo de Bielas y tirantes indicado en la EHE para vigas de pared continuas.

-Debido a la poca separación entre puntos de aplicación de la resultante de compresión de los neoprenos del estribo (0,9 m entre neoprenos interiores y 1,05 entre neoprenos de borde) y debido a la corta separación entre contornos de los elementos repartidores, se asumirá de manera simplificada, una desviación respecto de la vertical, de las bielas que parten de los nudos donde se aplica la resultante del neopreno, pequeña ($\alpha \ll 30^\circ$), simplificando las cargas puntuales por una carga uniformemente distribuida.

-El empotramiento del muro de estribo a la zapata rígida, a efectos de transmisión de axiles, se simplificará por un conjunto de 3 apoyos simples, pasando a calcularse la pared como viga continua. Este cálculo está del lado de la seguridad ya que desprecia la cohesión del empotramiento real de hormigón que tiende a impedir, la abertura de la parte baja del muro por desviación de las bielas que la armadura del tirante del modelo dispuesto controla.

-La carga uniformemente distribuida equivalente se calculará según la siguiente formula:

$$q = \frac{N * n^{\circ} \text{ neoprenos}}{L_{\text{equivalente}}}$$

N =Axil máximo solicitante del neopreno más solicitado en ELU=Reacción pésima del tablero en ELU transitorio o permanente.

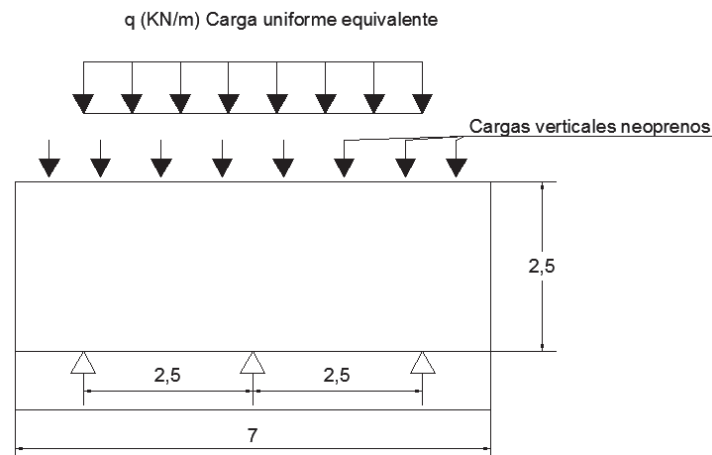
$L_{\text{equivalente}}$ =Longitud donde se distribuye la carga uniformemente distribuida, acorde al modelo de bielas y tirantes.

-Se emplearán las comprobaciones resistentes indicadas como suficientes con carácter excepcional para el modelo de Bielas y tirantes para este elemento en la citada instrucción.

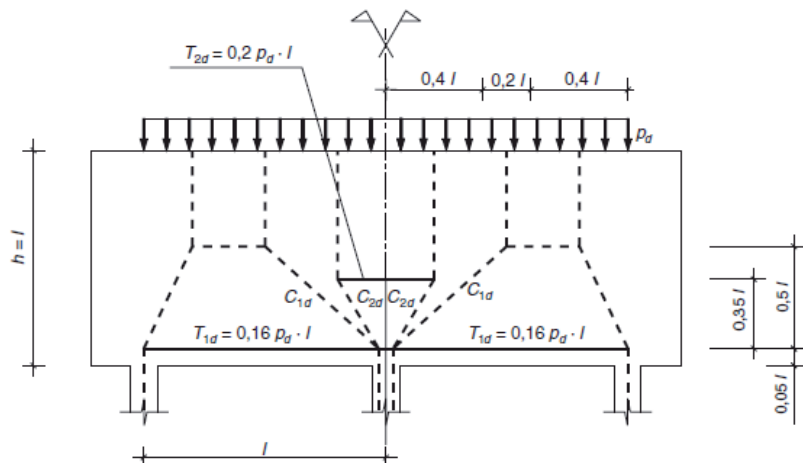
-El muro tiene unas dimensiones en alzado:

Altura	2,5 m
Anchura	$7+0,5+0,5=8$ m

Dichas dimensiones se derivan del ancho de la calzada del tablero más las longitudes necesarias de anclaje de la armadura longitudinal, referido a la anchura y la altura del muro se deriva de la profundidad adecuada de empotramiento para el correcto funcionamiento de la zapata estructuralmente a compresión compuesta y geotécnicamente con el plano de la cimentación por debajo del cauce del río, así como para el correcto funcionamiento del muro a flexo-compresión en hipotesis con frenado o arranque de vehículos o cargas transversales de viento y contención de avenida con material flotante del río.



Disposición de apoyos y carga uniforme del modelo de viga pared del estribo



Modelo de Bielas y Tirantes viga pared, EHE.

8.2. Cálculo de carga uniformemente distribuida utilizada en muro de estribo

La longitud equivalente donde se aplicará la carga uniformemente distribuida para el modelo de B y T a efectos de cargas axiales sobre el muro de estribo será de 5 metros.

El axil máximo en ELU se calcula como la reacción pésima en ELU del tablero para las 8 hipótesis pésimas:

$$1,35*PP \text{ (con agua en aligeramientos)} + 1,35*CM_{pavimento} + 1,35*CM_{pretiles}$$

1. $1,5*(SC_Banda+TCEB+Viento)$	5. $1,5*(SC_SEMIBANDA+TCEB+Viento)$
2. $1,5*(SC_Banda+TCVC+Viento)$	6. $1,5*(SC_SEMIBANDA+TCVC+Viento)$
3. $1,5*(SC_Banda+TCEC+Viento)$	7. $1,5*(SC_SEMIBANDA+TCEC+Viento)$
4. $1,5*(SC_Banda+TCVB+Viento)$	8. $1,5*(SC_SEMIBANDA+TCVB+Viento)$

Nota: Las acciones introducidas por el pretensado en una estructura isostática no introducen reacciones, (sistema de fuerzas autoequilibradas isostático).

$V_{N_1}^{max}=623,92\text{KN}$	$V_{N_5}^{max}=627,48\text{KN}$
$V_{N_2}^{max}=527,99\text{KN}$	$V_{N_6}^{max}=502,35\text{KN}$
$V_{N_3}^{max}=560,08\text{KN}$	$V_{N_7}^{max}=527,50\text{KN}$
$V_{N_4}^{max}=579,35\text{KN}$	$V_{N_8}^{max}=582,90\text{KN}$

Axil de cálculo en ELU (Reacción pésima apoyo tablero en ELU)
$N_{max_neopreno}^{ELU}=627,48+1,5*100(\text{Carga puntual TCEB})=777,48\text{KN}$

*TCEB=Tren de cargas en extremo tablero y borde de plataforma.

La carga uniformemente distribuida equivalente toma el valor:

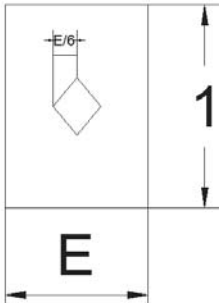
$$q = P_d = \frac{N*n^o \text{ neoprenos}}{L \text{ equivalente}} = \frac{777,48*8}{5,0} = 1244 \text{ KN/m}$$

8.3. Dimensionamiento del muro de estribo a flexión: Cálculo del espesor del muro

El espesor del muro se fija a partir de la condición de obligado estado de compresión compuesta o flexo compresión sin fisuración, del plano de encuentro del muro con la zapata corrida.

Para comprobar dicha condición se estudia el muro como una ménsula por metro lineal de 2,5 metros de luz.

Dicha condición queda definida a partir del núcleo central de la sección rectangular.



El espesor del muro queda definido por la combinación pésima en ELU:

$$N_{min}^{ELU} + M_{max. Empotramiento muro mensula}$$

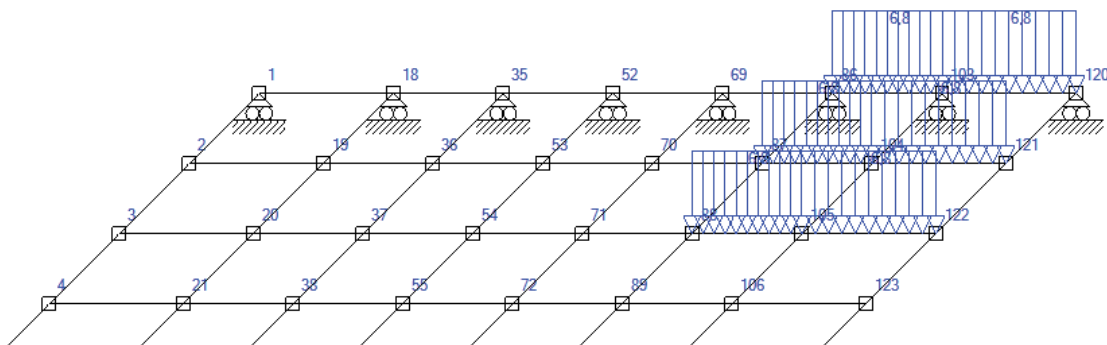
El axil mínimo en ELU resulta de las combinaciones:

$$1,00 * PP(\sin agua) + 1,00 * CM_{pavimento} + 1,00 * CM_{pretilas} + 1,00 * Vehiculo_{Frenado}$$

$$1,00 * PP(\sin agua) + 1,00 * CM_{pavimento} + 1,00 * CM_{pretilas}$$

El vehículo de frenado es aquel que con una carga mínima puede provocar la fuerza de frenado de cálculo en una situación extrema.

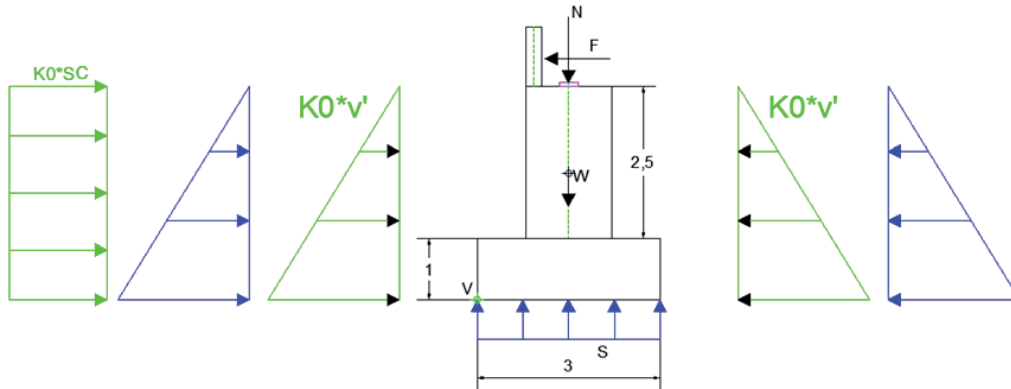
Dicho vehículo mínimo se modela a partir de la sobrecarga de uso indicada en la instrucción de $4 \frac{KN}{m^2}$ introducida en el modelo como 3 sobrecargas de 6,8 KN/m sobre 2 m distanciadas 1,625 m.



$$N_{min}^{ELU} = 273(PP(\sin agua) + CM_{pavimento} + CM_{pretilas}) + 7,60(Vehiculo_{Frenado}) = 280,6 \frac{KN}{apoyo}$$

$$N_{min}^{ELU} = 273(PP(\sin agua) + CM_{pavimento} + CM_{pretilas}) = 273 \frac{KN}{apoyo}$$

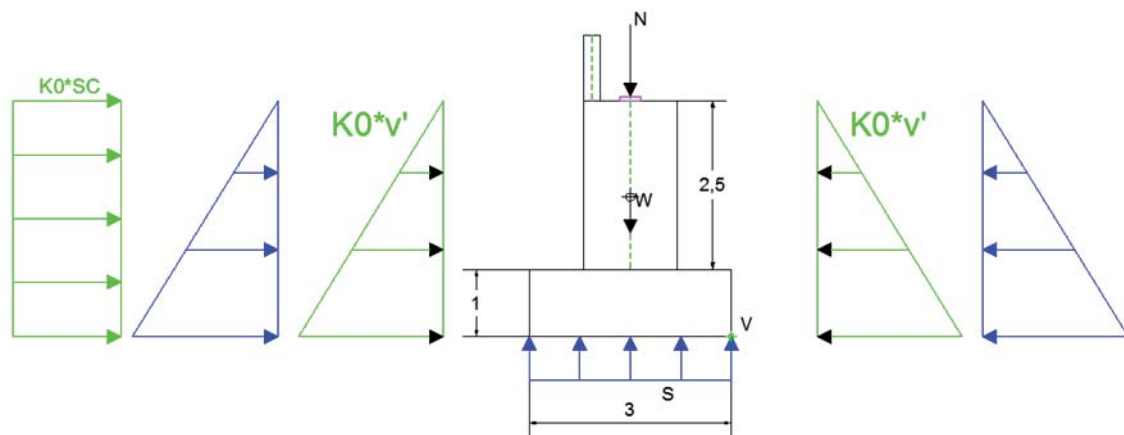
El momento flector máximo resulta de la combinación pésima en ELU de “situación de frenado, desde el puente”



Situación de frenado desde el puente

Se toma como despreciable el momento generado por la sobrecarga de la explanada y firme del terraplén del camino de acceso oeste, del lado de la seguridad.

$$M_f^{Frenado} = 1,5 * \frac{140}{8} * (2,5 + 0,5) = 78,75 mKN$$



Situación de aproximación desde el camino de acceso oeste

$$- E_{camino\ acceso+vehiculo}^{Estado\ de\ empuje\ en\ reposo} = H_{muro} * K_0 * SC_{firme}^{caracteristica} = 2,5 * 0,47 * 30 = 35,25 \frac{KN}{m^2}$$

$$M_f^{camino\ acceso+vehiculo} = 1,5 * 35,25 * 2,5 * \frac{2,5}{2} = 165,23 mKN$$

Finalmente se concluye como combinación pésima de cálculo:

Situación de aproximación desde el camino de acceso oeste
$N_{min}^{ELU} = 1,00 * PP(sin\ agua) + 1,00 * CM_{pavimento} + 1,00 * CM_{pretiles} (+PP_{muro})$
$M_{max.Empotramiento\ muro\ mensula}^{ELU} = 1,5 * 35,25 * Prof * (2,5 - prof/2)$

Se muestra a continuación el esfuerzo axil y flector en cada sección por metro lineal del muro, hasta su encuentro con la zapata, para la combinación pésima de cálculo.

Profundidad (m)	AXIL(KN)	M Flector (mKN)	Excentricidad (m)		E_Límite(m)	Max Compresión(KN/m2)	Min.Compresión(KN/m2)
0	273	0	0	<	0,233333333	195	195
0,1	276,5	12,954375	0,046851266	<	0,233333333	237,15625	157,84375
0,2	280	25,38	0,090642857	<	0,233333333	277,6938776	122,3061224
0,3	283,5	37,276875	0,131488095	<	0,233333333	316,6128827	88,38711735
0,4	287	48,645	0,169494774	<	0,233333333	353,9132653	56,08673469
0,5	290,5	59,484375	0,204765491	<	0,233333333	389,5950255	25,40497449
0,6	294	69,795	0,237397959	<	0,233333333	423,6581633	-3,658163265
0,7	297,5	79,576875	0,267485294	<	0,233333333	456,1026786	-31,10267857
0,8	301	88,83	0,295116279	<	0,233333333	486,9285714	-56,92857143
0,9	304,5	97,554375	0,320375616	<	0,233333333	516,1358418	-81,13584184
1	308	105,75	0,343344156	<	0,233333333	543,7244898	-103,7244898
1,1	311,5	113,416875	0,364099117	<	0,233333333	569,6945153	-124,6945153
1,2	315	120,555	0,382714286	<	0,233333333	594,0459184	-144,0459184
1,3	318,5	127,164375	0,399260204	<	0,233333333	616,778699	-161,778699
1,4	322	133,245	0,413804348	<	0,233333333	637,8928571	-177,8928571
1,5	325,5	138,796875	0,42641129	<	0,233333333	657,3883929	-192,3883929
1,6	329	143,82	0,437142857	<	0,233333333	675,2653061	-205,2653061
1,7	332,5	148,314375	0,446058271	<	0,233333333	691,5235969	-216,5235969
1,8	336	152,28	0,453214286	<	0,233333333	706,1632653	-226,1632653
1,9	339,5	155,716875	0,458665317	<	0,233333333	719,1843112	-234,1843112
2	343	158,625	0,462463557	<	0,233333333	730,5867347	-240,5867347
2,1	346,5	161,004375	0,464659091	<	0,233333333	740,3705357	-245,3705357
2,2	350	162,855	0,4653	<	0,233333333	748,5357143	-248,5357143
2,3	353,5	164,176875	0,464432461	<	0,233333333	755,0822704	-250,0822704
2,4	357	164,97	0,46210084	<	0,233333333	760,0102041	-250,0102041
2,5	360,5	165,234375	0,458347781	<	0,233333333	763,3195153	-248,3195153

Se decidió dar un espesor de muro de estribo de 1,40 metros, resultando las tensiones en las fibras extremas, mostradas para la sección por metro lineal de muro de estribo.

Con una tensión máxima a tracción

$$\sigma_{ct,d} = 248,3 \text{ KN/m}^2 < f_{ct,d} = \frac{0,21 \cdot 35^{2/3}}{1,5} = 1498 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{c,d} = 763,31 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} < f_{c,d} = \frac{35000}{1,5} = 23333 \text{ KN/m}^2$$

Resulta un estado de tensiones normales pésimo en ELU, de flexocompresión sin fisuración, dándose por validado el espesor del muro.

El espesor del muro se proyecta de 1,4 metros para dotarlo de la rigidez suficiente que impida el desarrollo de empujes pasivos no deseados.

Espesor de muro	1,40 m
-----------------	--------

No es necesario la comprobación de las combinaciones:

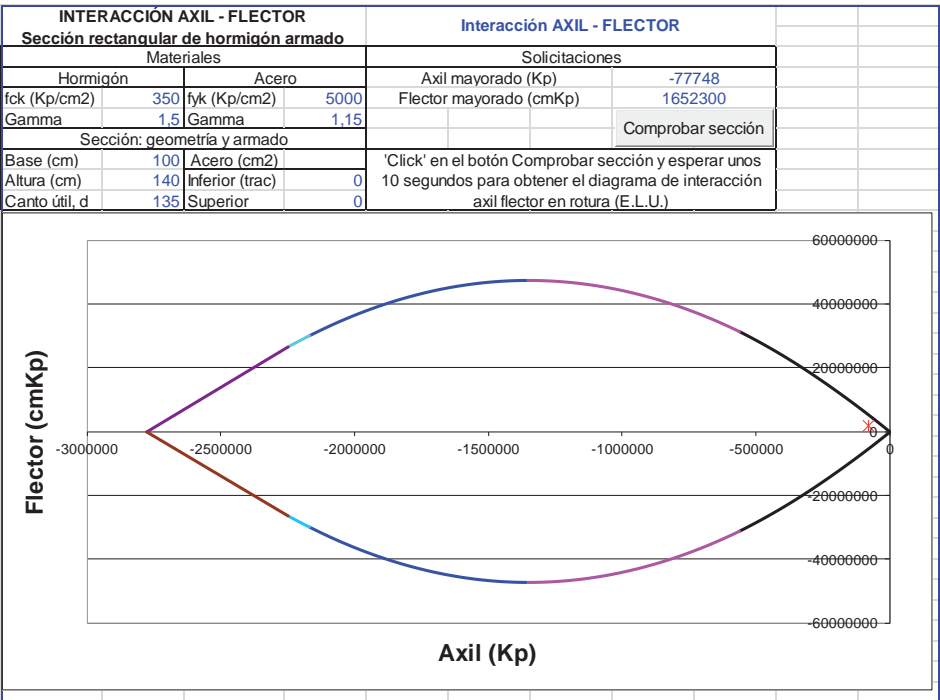
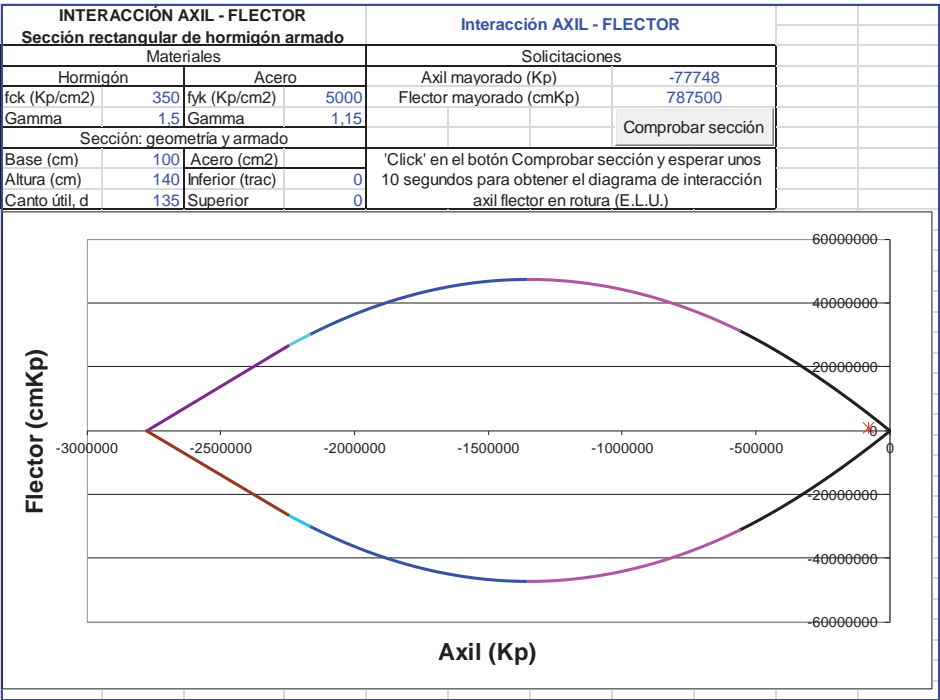
$N_{min} + M_{f,min} \rightarrow$ Por dar lugar a un estado tensional menos solicitante.

Para las combinaciones:

$$N_{max} + M_{f_min} = 777,48 \text{ KN} + 78,75 \text{ mKN} = 77748 \text{ Kp} + 787500 \text{ cmKp}$$

$$N_{max} + M_{f_max} = 77,48 \text{ KN} + 165,23 \text{ mKN} = 77748 \text{ Kp} + 1652300 \text{ cmKp}$$

Se comprobaran las combinaciones en el diagrama de interacción de la sección rectangular como se muestra a continuación.



8.4. Cálculo de armaduras de muro de estribo y comprobaciones de bielas y nudos del modelo de B y T

Para el modo de trabajo del muro frente a cargas axiales en ELU, la EHE indica unas cuantías de armadura para el modelo de B y T de viga pared conservador descrito como sigue:

-La armadura inferior se proyectará para una fuerza de tracción:

$$T_{2d} = 0,16 * P_d * l = 0,16 * 1244 * 2,5 = 497,6 \text{ KN}$$

Resultando una armadura para una tensión de trabajo del acero de $f_{yd} = 400 \text{ Mpa}$:

$$A_s^{inferior} = \frac{497,6}{40} = 12,44 \text{ cm}^2 \rightarrow 6 \text{ } \varnothing 16$$

-Se dispondrá una armadura para la cabeza comprimida superior del muro de estribo, simétrica a la armadura inferior. $\rightarrow A_s^{superior} \rightarrow 6 \text{ } \varnothing 16$.

-La armadura en zona de apoyos intermedios se proyectará para una fuerza de tracción:

$$T_{2d} = 0,20 * P_d * l = 0,20 * 1244 * 2,5 = 622 \text{ KN}$$

Resultando una armadura para una tensión de trabajo del acero de $f_{yd} = 400 \text{ Mpa}$:

$$A_s^{apoyo\ intermedio} = \frac{622}{40} = 15,55 \text{ cm}^2 \rightarrow 8 \text{ } \varnothing 16$$

8.4.1 Armadura Horizontal

Se dispondrá una armadura horizontal por cara (trasdós/intrasdos) del muro de estribo como sigue:

13 $\varnothing 16$ a 15 cm (armadura perimetral por cara)

Se dispondrá una armadura de tracción y de compresión en las cabezas superior e inferior del muro como sigue:

6 $\varnothing 16$ (cabeza inferior del muro)+ 6 $\varnothing 16$ (cabeza superior del muro)+4 $\varnothing 16$ a 30 cm (armadura de piel cabezas superior (Neoprenos) e inferior del muro).

$$A_s^{cara} = 4 * 2,01 + 13 * 2,01 = 34,87 \frac{\text{cm}^2}{\text{cara muro}}$$

-Se comprueban las cuantías geométricas y mecánicas de la armadura horizontal del muro:

*Cuantía geométrica: La EHE indica una cuantía mínima de:

-0,1% A_c /Por cara en dirección horizontal= $0,001*140*250=35 \text{ cm}^2$ para muros de vigas pared.✓

-3,2‰ A_c (Utilizando un área eficaz de 50 cm de espesor para muros de espesor mayor de 50 cm)= $0,0032*50*250=40 \text{ cm}^2 \rightarrow 20 \text{ cm}^2/\text{cara muro}$.✓

*Cuantía mecánica: Por no tratarse de un elemento cuyo método de armado quede recogido en la instrucción no procede aplicar la formula general de la cuantía mecánica de armadura longitudinal.✓

-Separación entre armaduras; La mínima separación entre armaduras es mayor de 6 cm.✓

8.4.2 Armadura Vertical

Para el modo de trabajo del muro de estribo a flexión por metro lineal, su espesor quedo definido para trabajar, como ménsula empotrada, en flexo compresión sin fisuración sometido a la sollicitación de $N_{min}^{ELU} + M_{f max}^{ELU}$ inducida por las acciones previstas de proyecto en ELU.

Así no resulta necesaria armadura a flexión por cálculo, sin embargo debe cumplirse una cuantía de armadura longitudinal vertical mínima por metro lineal del muro, a efectos de controlar la fisuración, la retracción, fluencia, ΔT y la tracción oblicua de las bielas del muro trabajando axialmente.

*Cuantía geométrica:

-0,1% A_c /Por cara en dirección vertical= $0,001*140*100=14 \frac{\text{cm}^2}{\text{m.lineal}}$ para muros de vigas pared.✓

-0,9 ‰ A_c = $0,0009*140*100=12,6 \text{ cm}^2 \rightarrow 6,3 \frac{\text{cm}^2 \text{ cara muro}}{\text{m.lineal}}$.✓

*Cuantía mecánica:

-Para secciones sollicitadas a flexocompresión en el muro de estribo por metro lineal:

$$0,04 * A_c * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,04 * 140 * 100 * (35/1,5) / (500/1,15) = 30 \frac{\text{cm}^2 \text{ cara muro}}{\text{m.lineal}}$$

(Fórmula conservadora que no tiene en cuenta el efecto beneficioso del axil de compresión)

-Para secciones solicitadas a compresión compuesta:

$$A_{s2} = A_{s1} = \frac{0,05 \cdot N_d}{f_{yc,d}} = \frac{0,05 \cdot 777,48}{400000} = 1 \text{ cm}^2 \checkmark$$

$$A_{s2} = A_{s1} < \frac{0,5 \cdot f_{cd} \cdot A_c}{f_{yc,d}} = \frac{0,5 \cdot \frac{35000}{1,5} \cdot 140 \cdot 100}{400000} = 408 \text{ cm}^2 \checkmark$$

Se dispondrá una armadura vertical por cara (trasdós/intrasdos) del muro de estribo como sigue:

Ø25 a 15 cm (armadura por cara) → 6 Ø25 / metro lineal cara muro

→ 53 Ø25/cara muro

$A_s^{\text{cara}} = 6 \cdot 4,91 = 30 \frac{\text{cm}^2}{\text{m.lineal}}$ (Por Cara muro) → Cumple todas las cuantías mínimas de armadura vertical longitudinal del muro de estribo, armadura válida.

8.4.3 Comprobación de bielas y nudos del modelo de B y T

La comprobación de nudos y bielas se satisface si se comprueba la compresión localizada en apoyos, así de manera conservadora:

$$\frac{R_c}{a \cdot b} = \frac{1244 \cdot 5 \cdot 0,5}{(1,4 - 0,1) \cdot 0,5} = 4784,6 \text{ KN} < f_{2cd} = 0,70 \cdot \frac{35000}{1,5} = 16333 \text{ KN} \rightarrow \text{Ok}$$

R_c = Reacción de cálculo de la viga pared

a = dimensión ancho apoyo (espesor muro menos recubrimientos mecánicos)

b = dimensión longitud apoyo

8.4.5 Anclajes y solapamientos

La armadura horizontal longitudinal de barras corrugadas Ø16 B500S se anclará con una longitud de anclaje neta de 57 cm en prolongación recta.

$$l_{b,\text{neta}} = l_b \cdot \beta \cdot 1 = l_b \cdot 1 \cdot 1 = 57 \text{ cm (Posición II)}$$

Como sección de anclaje de todos los redondos Ø16, la sección definida por la primera armadura vertical después del eje simetría del neopreno nº1 y nº8 (apoyos elastómeros de extremos).

La armadura vertical longitudinal de barras corrugadas Ø25 B500S se exige una longitud de anclaje neta, para un H-35, de 75 cm en patilla.

$$l_{b,\text{neta}} = l_b \cdot \beta \cdot 1 = l_b \cdot 1 \cdot 1 = 75 \text{ cm (Posición I)} \rightarrow l_{b,\text{neta}} = 90 \text{ cm}$$

Se toma como sección de anclaje de todos los redondos Ø25, el plano de encuentro del muro de estribo con la zapata, para anclar tracciones secundarias.

El solape de las barras longitudinales Ø25 de armadura vertical con las barras Ø25 de armadura de espera se efectuara con una separación geométrica entre barras de $25 \text{ mm} < 4 \cdot 125 = 100 \text{ mm}$.

Con una separación entre empalmes $a = 15 \text{ cm} < 10 \cdot 2,5 = 25 \text{ cm}$ se tomará una longitud de solape, $l_s = \alpha \cdot l_{b, \text{neta}} \cdot 1,2 \cdot 75 \text{ cm} = 90 \text{ cm}$. Se tomará una longitud de patillas en los anclajes de las armaduras verticales del muro de estribo de 50 cm.

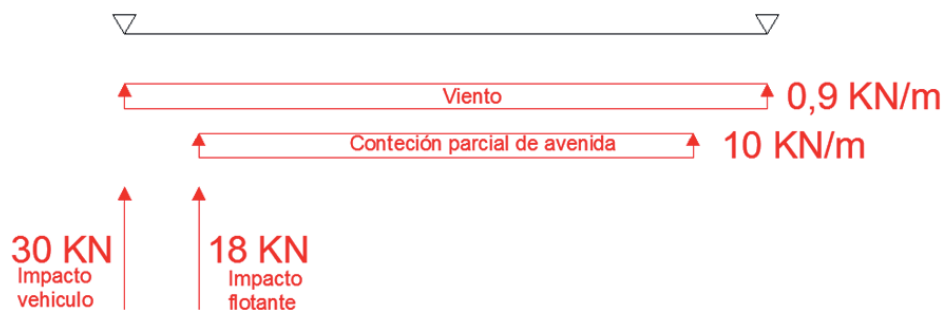
8.5 Atado y separadores

Se utilizará soldadura no resistente en las uniones de cercos y redondos horizontales, si no se dispusieran tales medios será válido el atado convencional con alambre en el montaje en obra.

Debido a la poca distancia libre de barras no será preciso la colocación de separadores.

8.6 Armado situación accidental del muro de estribo

La situación accidental de Viento + Impacto de vehículo + Contención de avenida da lugar a las siguientes acciones:



Reacción máxima del tablero sobre el muro
$1,0 \cdot 227,6 = 227,6 \text{ kN}$
Momento flector pésimo actuante
$1,0 \cdot 227,6 \cdot (2,5 + 0,5) = 682,8 \text{ mKN}$
Axil mínimo actuante
$PP_{\text{tablero}(\text{sin_agua})} + CM_{\text{pavimento}} + CM_{\text{pretilas}} + PP_{\text{muro estribo}}$
$348 \cdot 8 = 2784 \text{ kN}$

La excentricidad de las acciones $682,8 / 2784 = 0,24 \text{ m} \ll S^* = 8 / 6 = 1,333 \text{ m}$, manteniéndose el muro en compresión compuesta en toda su altura, no siendo preciso disponer mayor cuantía de armadura vertical a la dispuesta.

9. Dimensionamiento estructural de la zapata

En las zapatas del presente proyecto la relación vuelo máximo/canto < 2 indica su carácter de rígidas, la distribución de deformaciones es no lineal a nivel de sección y por tanto se presenta como método más adecuado para su análisis el método de bielas tirantes que se desarrolla a continuación.

La zapata se dimensiona para resistir las cargas actuantes y las reacciones inducidas por el terreno, siendo estas últimas calculadas asumiendo una distribución lineal de las tensiones inducidas por el terreno sobre el plano de la cimentación.

Debido a que las zapatas corridas de ambos estribos se diseñan con vuelo simétrico y además se encuentran enterradas a una profundidad inferior a 3 metros, medida desde el paramento plano superior de la zapata, se justifica despreciable el efecto estabilizador de las tierras que gravitan sobre el trasdós y el intradós. A estos efectos el modelo de ByT desprecia los axiles de las cargas de tierra y se introduce una armadura secundaria en el paramento superior de la zapata para equilibrar momentos desequilibrantes de flexión secundarios.

Las combinaciones de esfuerzos en ELU para el cálculo de la zapata como zapata corrida son las mostradas a continuación.

Combinación	N (KN)	Mf (mKN)
1 (Aprox. desde puente)	280,6+87,5=368,1 (Sin PP zapata)	78,75 mKN
2 (Aprox. desde camino)	273+87,5=360,5 (Sin PP zapata)	165,23 mKN
3 (Aprox. desde puente+ traf.)	777,48+87,5=864,98(Sin PP zapata)	78,75 mKN
4 (Aprox. desde camino+traf.)	777,48+87,5=864,98(Sin PP zapata)	165,23 mKN

Asumiendo una distribución lineal de las tensiones producidas por el axil y el momento flector, resultan las siguientes resultantes y brazos de aplicación respecto el eje vertical de simetría del muro, para las combinaciones de cálculo en ELU de la zapata enunciadas.

Combinación	m (KN)	n (KN)	x1(m)	x2(m)
1	277,43	108,68	0,881	0,629
2	357,28	3,2179	1,4	0,584
3	516,87	348,12	0,756	0,662
4	609,52	255,46	0,862	0,632

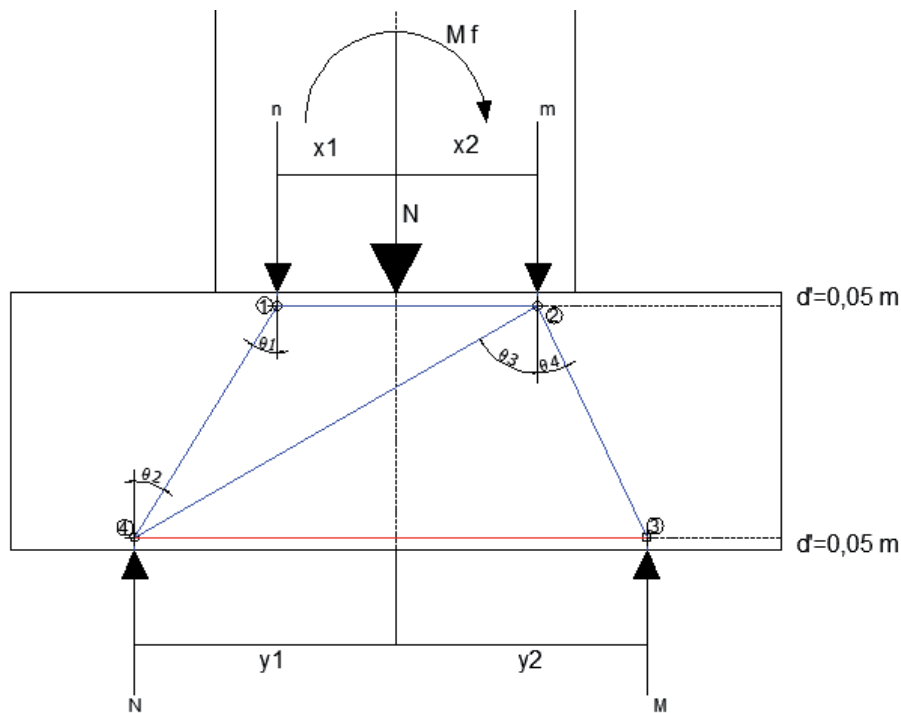
A excepción de la combinación 2, el resto de combinaciones de cálculo en ELU dan lugar a compresión compuesta, resultante en 2 axiles en el espesor del muro.

La combinación 2 da lugar a una flexocompresión en ELU controlada sin fisuración, resultando una tensión máxima en la fibra más traccionada de 248,30 KN/m² (0,25 Mpa) que el hormigón es capaz de transmitir sin necesidad de armadura.

Aun así se dispuso una armadura vertical de cuantía $30 \frac{\text{cm}^2}{\text{m.lineal cara muro}}$ anclada en el muro que absorbe el déficit de capacidad resistente del hormigón para absorber las tracciones asumibles.

Para el resto de combinaciones de cálculo, {1, 3,4}, se utilizará el modelo de cálculo de zapata corrida en compresión compuesta, para calcular la armadura principal de mayor cuantía necesaria.

Modelo de cálculo de las bielas y tirantes:



Modelo zapata corrida en compresión compuesta (muro y terreno)

Para el cálculo de los esfuerzos de las bielas se utilizó la formulación:

Nudo 1: $\theta_2 = \arctg\left(\frac{y_1 - x_1}{d}\right)$; $\theta_1 = \theta_2$; $N_{14} * \cos(\theta_2) = n$; $N_{12} = N_{14} * \sin(\theta_2)$

Nudo 2: $\theta_3 = \arctg\left(\frac{y_1+x_2}{d}\right)$; $\theta_4 = \arctg\left(\frac{y_2-x_2}{d}\right)$

$$\{N_{12} + N_{24} * \text{sen}(\theta_3) = N_{23} * \text{sen}(\theta_4) , N_{24} * \cos(\theta_3) + N_{23} * \cos(\theta_4) = m\}$$

$$N_{24} = \frac{\text{sen}(\theta_4) * m - \cos(\theta_4) * N_{12}}{\text{sen}(\theta_3) * \cos(\theta_4) + \text{sen}(\theta_4) * \cos(\theta_3)}$$

$$N_{23} = \frac{\text{sen}(\theta_3) * m - \cos(\theta_3) * N_{12}}{\text{sen}(\theta_3) * \cos(\theta_4) + \text{sen}(\theta_4) * \cos(\theta_3)}$$

Tras la comprobación de las 3 combinaciones de cálculo en ELU de compresión compuesta en el modelo de Bielas y Tirantes, resulto como combinación pésima que da los mayores esfuerzos de compresión en bielas y la máxima armadura en el tirante la combinación 4.

Barras	Esfuerzo (KN)	Tensiones Bielas	Comprobación nudos *
N12	214,68 (C)	214,68/1*0,2=1073,4 KN/m2	16333,34 KN/m2
N14	333,70 (C)	333,70/1*0,2=1669,5 KN/m2	16333,34 KN/m2
N24	254,25 (C)	254,25/1*0,2=1271,3 KN/m2	16333,34 KN/m2
N23	684,48 (C)	684,48/1*0,2=3242,4 KN/m2	16333,34 KN/m2
N34	450,76 (T)	450,76/40=11,27 cm2	Anclaje

*Resistencia de cálculo de las bielas y de las bielas en su convergencia en los nudos del modelo $f_{1cd} = f_{2cd} = 0,7 * f_{cd} = 0,7 * \frac{35000}{1,5} = 16333,33 \text{ KN/m}^2$

9.1 Armadura principal zapata

Para una armadura principal de 11,27 cm²/m.lineal se dispondrán Ø16 a 0,15m, haciendo una armadura principal de $A_s^{principal} = \frac{2,01*100}{15} = 13,4 \frac{\text{cm}^2}{\text{m.lineal}}$.

Cuantías de armadura principal mínimas

*Cuantía mecánica: No procede al no tratarse de un elemento prismático.

*Cuantía geométrica:

-0,0018*100*100/2=9 cm²/m.lineal. ✓ Armadura válida.

Longitudes de anclaje

Se tomará como sección de anclaje, la sección definida por el punto de aplicación de las resultantes del terreno, {y₂=1,42 m, y₁=1,62 m}, la armadura horizontal longitudinal de barras corrugadas Ø16 B500S se anclará con una longitud de anclaje neta de 40 cm , 0,7*57=40cm.

$$L_{b, \text{neta}} = l_b * \beta * 1 = l_b * 0,7 * 1 = 40 \text{ cm (Posición II)}$$

Se dará una longitud de patilla superior a 5* Ø=80 mm=8, dándose 50 cm.

9.2 Armadura secundaria zapata

Se dispondrá una armadura simétrica a la armadura inferior de zapata corrida, en el paramento superior de la zapata para equilibrar momentos desequilibrantes de flexión secundarios.

Se dispondrán Ø16 a 0,15m, haciendo una armadura principal de

$$A_s^{principal} = \frac{2,01 \cdot 100}{15} = 13,4 \frac{cm^2}{m.lineal}$$

Cuantías de armadura secundaria mínimas

*Cuantía mecánica: No procede al no tratarse de un elemento prismático.

*Cuantía geométrica:

$-0,0018 \cdot 100 \cdot 100 / 2 = 9 \text{ cm}^2 / \text{m.lineal}$. ✓ Armadura válida.

Longitudes de anclaje

Se tomará como sección de anclaje, la sección definida por el punto de aplicación de las resultantes del terreno, $\{y_2=1,42 \text{ m}, y_1=1,62 \text{ m}\}$, la armadura horizontal longitudinal de barras corrugadas Ø16 B500S se anclará con una longitud de anclaje neta de 40 cm , $0,7 \cdot 57 = 40 \text{ cm}$.

$$L_{b,neto} = l_b \cdot \beta \cdot 1 = l_b \cdot 0,7 \cdot 1 = 40 \text{ cm (Posición II)}$$

Se dará una longitud de patilla superior a $5 \cdot \varnothing = 80 \text{ mm} = 8$, dándose 50 cm.

9.3 Armadura longitudinal zapata (transversal a la zapata corrida)

Se armará la zapata longitudinalmente, de manera simplificada, con la disposición de armadura principal y secundaria dispuesta como zapata corrida.

Se dispondrá una armadura de Ø16 a 0,15m haciendo una armadura principal

de tracción $A_s^{Principal} = 19 \cdot 2,01 = 38,19 \text{ cm}^2$ y una armadura secundaria de $A_s^{Secundaria} = 19 \cdot 2,01 = 38,19 \text{ cm}^2$.

Para la comprobación de la armadura se utiliza un modelo

Se comprueba la armadura que haría falta en el zapata trabajando como zapata aislada rígida sometida a los esfuerzos $M_f^{accident.} = 682,8 \text{ mKN}$, $N^{accident.} = 2784 \text{ KN}$. A continuación se muestran los resultados arrojados por el software zapata rígida.

	N (ton)	M (ton . m)	V (ton)
Hipotesis 1	185.6	45.52	0
Hipotesis 2	0.00001	0.00001	0.00001
Hipotesis 3	0.00001	0.00001	0.00001

Coef. mayoración

Sobre cargas

Toma de Excel

Aceptar

Cancelar

Esfuerzos $M_f^{accident.} = 682,8 \text{ mKN}$, $N^{accident.} = 2784 \text{ KN}$ en ELU, divididas entre 1,5 (Para eliminar el coeficiente 1,5 sobre las cargas que aplica el software).

Archivo Datos Cargas Ayuda

Pilastra: alto ancho largo

Zapata: alto (y) ancho (z) largo (x)

h terreno

Armadura superior cm2

Tensiones sobre el terreno

Hipotesis 1	tension	coord. x	% comp.
	117.28 kN/m2	-4.00	100.0
	145.73 kN/m2	4.00	27.73

Diagrama de la zapata y la columna.

```

<!-- Resultados-->
<Calculo-de-Zapata>
<Prob-Zapata>
<P_1>185.6</P_1>
<P_2>0</P_2>
<P_3>0</P_3>
<MM_1>45.5200012207031</MM_1>
<MM_2>0</MM_2>
<MM_3>0</MM_3>
<V_1>0</V_1>
<V_2>0</V_2>
<V_3>0</V_3>
  
```

Dimensiones de la zapata aislada calculada como zapata rígida.

tension	coord. x	kilo newtons			
kN/m2	-1.95	R1	1618.35	T1	896.38
kN/m2	2.05	R2	1874.40	T2	1266.32
				A1	22.41 cm2
				A2	31.66 cm2

Armaduras principales en las la dirección X e Y.

Se comprueba que la armadura principal y secundaria dispuesta;

$$A_{s_{largo}}^{Principal} = A_{s_{largo}}^{Secundaria} = 38,19 \text{ cm}^2 + A_{s_{corto}}^{Principal} = A_{s_{corto}}^{Secundaria} = 107,2 \text{ cm}^2 (*)$$

$$(13,4 \cdot 8 = 107,2 \text{ cm}^2)$$

Resulta suficiente, para las situaciones de proyecto en ELU transitorio o permanente y accidental.

Cuantías de armadura secundaria mínimas

$-0,0018 \cdot 100 \cdot 300 / 2 = 27 \text{ cm}^2 / \text{armadura largo}$. ✓ Armadura válida.

Longitudes de anclaje

Se tomará como punto de anclaje, la primera armadura vertical después del eje de simetría del neopreno de apoyo, la armadura horizontal longitudinal de barras corrugadas Ø16 B500S se anclará con una longitud de anclaje neta de 60 cm .

$$L_{b,\text{neta}} = l_b \cdot \beta \cdot 1 = l_b \cdot 1 \cdot 1 = 57 \text{ cm} \cong 60 \text{ cm (Posición II)}$$

Se dotará de una patilla vertical de 30 cm.

10. Dimensionamiento de armadura para peto de muro

El peto se armará con la mayor de las cuantías mínimas geométrica y mecánica, puesto que se trata de un elemento sometido a compresión cuya capacidad mecánica a compresión es mayor que el axil máxima a soportar.

$$\sigma_c = \frac{150 \text{ KN}}{0,25 \cdot 1} = 600 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} < f_{cd} = \frac{35000}{1,5}$$

*Cuantía geométrica:

$$-0,004 \cdot 25 \cdot 100 = 10 \text{ cm}^2 / \text{cara peto}$$

*Cuantía mecánica:

$$-0,04 \cdot 25 \cdot 100 \cdot \frac{35/1,5}{500/1,15} = 5,36 \text{ cm}^2 / \text{cara peto}$$

Se dispondrán Ø12 a 0,10 m en cada cara del peto.

Se anclara las armaduras verticales Ø12 B500S a partir de la sección de encuentro con el muro de estribo con una longitud de anclaje de 30 cm, en prolongación sin patilla.

$$L_{b,\text{neta}} = l_b \cdot \beta \cdot 1 = l_b \cdot 1 \cdot 1 = 30 \text{ cm (Posición I)}$$

11. Interacción peto-muro estribo

En este apartado se busca caracterizar la situación pésima de paso del tren de cargas de la instrucción IAP (por ser el vehículo característico más desfavorable) entre el tablero y el peto.

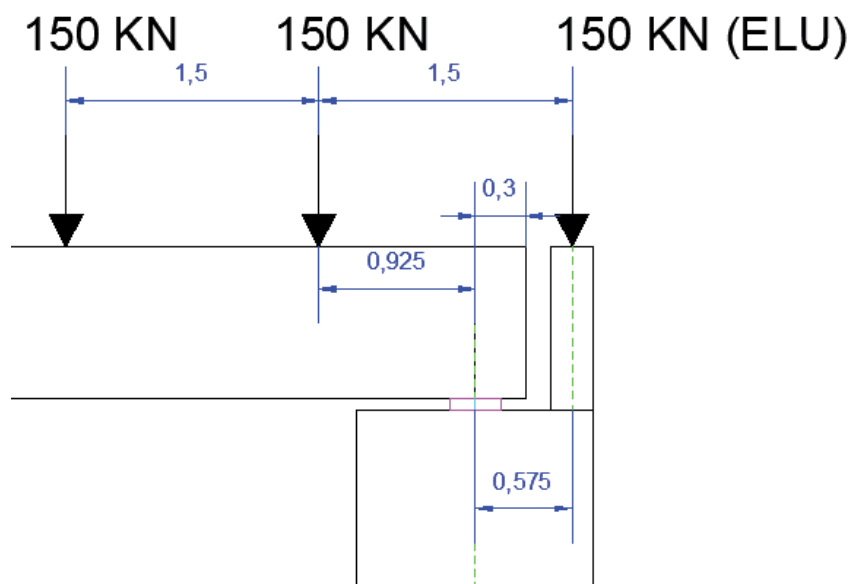
Esta interacción tiene como resultado un axil excéntrico sobre la cara superior del muro del estribo y da lugar a dos influencias:

1º El axil excéntrico bajando hasta el plano de la cimentación: Esta interacción es despreciable, pues en los cálculos de situaciones de proyecto geotécnico de acciones se tiene en cuenta el máximo axil producido por el tren de cargas transmitiéndose a través del neopreno de apoyo y además el axil excéntrico por el apoyo parcial del tren de cargas en el peto ve neutralizada su influencia a la altura del plano de la cimentación por; El axil centrado ($CP_{apoyo}^{S.minimo\ axil}$ + Tren de cargas (2/3 cargas por metro lineal: 2 cargas de 100 KN)) y el ancho de la zapata de cimentación con un semiancho de núcleo central de 0,5 metros, holgado, que permite la disipación de la excentricidad restando muy poca área cobaricéntrica a la cimentación.

2º El axil excéntrico aplicado sobre el muro en la situación de mínimo axil:

Esta situación se estudia para comprobar que el muro se comporte en compresión compuesta o flexo compresión sin fisuración de manera transitoria mientras se produce la interacción peto-muro.

De acuerdo a las dimensiones fijadas del muro en los apartados previos de este anejo, la situación de interacción peto-muro para la comprobación del estado tensional del muro se muestra a continuación.



Para la combinación pésima en ELU que da el axil mínimo sobre el neopreno de apoyo:

$$PP_{\text{tablero}(\text{sin agua})} + CM_{pav} + CM_{pret.} \rightarrow N_{min} = 273 \text{ KN}$$

Con la fuerza horizontal concomitante máxima de frenado y arranque, en ELU, por metro lineal:

$$F_h^{ELU} = 1,5 \frac{140}{8} \rightarrow 26,25 \frac{\text{KN}}{\text{m.l}}$$

$$M_f^{ELU} = 26,25 * (0,5 + \text{profundidad muro estribo}) \frac{\text{mKN}}{\text{m.l}}$$

Y el tren de cargas de la instrucción (IAP) en la posición mostrada en la figura superior y el peto, dando lugar a los siguientes esfuerzos:

$$N_{\text{Tren de carga parcial tablero, Neopreno de apoyo}}^{ELU} = 115 \text{ KN}$$

$$N_{\text{excentrico}}^{\text{peto}} = N_{pp \text{ peto}} = 25 * 0,963 * 1 * 0,25 = 6 + N_{\text{Tren de cargas parcial}} = 150 = \frac{156 \text{KN}}{\text{m.l}}$$

$$M_f^{\text{excentrico}} = 156 * 0,575 = 89,7 \frac{\text{mKN}}{\text{m.l}}$$

Acciones de interacción muro-peto en ELU	
Axil (ELU)	$273 + (25 * 1,4 * 1 * \text{prof.muro}) 156 = 429 \text{ KN}$
M f(ELU)	$26,25 * (0,5 + \text{prof.muro}) + 89,7 \text{ mKN}$
Fuerza horizontal (ELU)	26,25 KN

Se implementó el estado tensional del muro, con las dimensiones fijadas en los apartados previos, solicitado a las acciones de interacción.

Profundidad (m)	AXIL(KN)	M Flector (mKN)	Excentricidad (m)		E_Límite(m)	Max Compresión(KN/m2)	Min.Compresión(KN/m2)
0	388	102,825	0,265012887	<	0,233333333	591,9132653	-37,62755102
0,1	391,5	105,45	0,269348659	<	0,233333333	602,4489796	-43,16326531
0,2	395	108,075	0,273607595	<	0,233333333	612,9846939	-48,69897959
0,3	398,5	110,7	0,277791719	<	0,233333333	623,5204082	-54,23469388
0,4	402	113,325	0,281902985	<	0,233333333	634,0561224	-59,77040816
0,5	405,5	115,95	0,28594328	<	0,233333333	644,5918367	-65,30612245
0,6	409	118,575	0,289914425	<	0,233333333	655,127551	-70,84183673
0,7	412,5	121,2	0,293818182	<	0,233333333	665,6632653	-76,37755102
0,8	416	123,825	0,29765625	<	0,233333333	676,1989796	-81,91326531
0,9	419,5	126,45	0,301430274	<	0,233333333	686,7346939	-87,44897959
1	423	129,075	0,305141844	<	0,233333333	697,2704082	-92,98469388
1,1	426,5	131,7	0,308792497	<	0,233333333	707,8061224	-98,52040816
1,2	430	134,325	0,312383721	<	0,233333333	718,3418367	-104,0561224
1,3	433,5	136,95	0,315916955	<	0,233333333	728,877551	-109,5918367
1,4	437	139,575	0,319393593	<	0,233333333	739,4132653	-115,127551
1,5	440,5	142,2	0,322814983	<	0,233333333	749,9489796	-120,6632653
1,6	444	144,825	0,326182432	<	0,233333333	760,4846939	-126,1989796
1,7	447,5	147,45	0,329497207	<	0,233333333	771,0204082	-131,7346939
1,8	451	150,075	0,332760532	<	0,233333333	781,5561224	-137,2704082
1,9	454,5	152,7	0,335973597	<	0,233333333	792,0918367	-142,8061224
2	458	155,325	0,339137555	<	0,233333333	802,627551	-148,3418367
2,1	461,5	157,95	0,342253521	<	0,233333333	813,1632653	-153,877551
2,2	465	160,575	0,345322581	<	0,233333333	823,6989796	-159,4132653
2,3	468,5	163,2	0,348345784	<	0,233333333	834,2346939	-164,9489796
2,4	472	165,825	0,351324153	<	0,233333333	844,7704082	-170,4846939
2,5	475,5	168,45	0,354258675	<	0,233333333	855,3061224	-176,0204082

Una vez calculadas las tensiones en las fibras del espesor del muro más traccionadas se obtiene

$$\sigma_{Tracción}^{ELU} = -176,02 \frac{KN}{m^2} < f_{ct,d} = 1000 * \frac{0,21}{1,5} * 35^{0,6667} = 1498 \text{ KN/m}^2 .$$

Una vez comprobado el cumplimiento del estado tensional en flexo compresión sin fisuración en ELU de interacción transitoria peto-muro del estribo se asegura el efecto despreciable de la interacción peto-muro a nivel tensional.

Se concluye que la interacción peto-muro en ELU es despreciable en cualquiera de las dos susceptibles influencias estudiadas y el comportamiento es apto.

12. Losa de transición

De acuerdo al poco espacio físico para la ejecución de losa de transición se decidió suprimirla y sustituirla por un mayor espesor de los paquetes de explanada extendida y compactada, de acuerdo a la experiencia práctica de autores.

Anejo VIII: Proyecto geotécnico

Anejo VIII Proyecto Geotécnico

El presente anejo tiene en su parte n°1, por objeto definir las características geotécnicas de los materiales y su comportamiento en los estribos y en la explanada de los accesos.

En su parte n°2 detallar los cálculos llevados a cabo para la determinación del cumplimiento de los estados límites últimos y de servicio de las cimentaciones, acorde a la normativa de referencia Guía de cimentaciones de obras de carretera, 2009.

PARTE N°1: las Características geotécnicas de los materiales

Introducción

La información mostrada en este anejo ha sido proporcionada por la empresa Sondeos y Perforaciones Jaren, SL la cual realizó un estudio geotécnico de la rasante para el proyecto de construcción de la variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4. Dicho estudio se ha particularizado a la zona de proyecto de construcción del nuevo puente sobre el río Jiloca en Burbáguena objeto del presente proyecto.

1. Trabajos realizados

1.1. Estudio geológico de campo y antecedentes

Se realizó una inspección de campo que incluyó la zona estudiada con el objetivo de reconocer los materiales de aflorados superficialmente y los del subsuelo, visibles en desmontes, excavaciones, etc.

1.2. Campaña de Reconocimientos de campo

Para el reconocimiento de campo se realizaron:

- **Catas:** Se realizaron 3 catas, distribuidas en el tramo PK.206. La maquinaria empleada fue una retroexcavadora mixta JCB 3CX, provista de una cuchara de 60 cm de ancho y una largada de brazo de 4 metros. Una vez identificadas las paredes de las catas, éstas se rellenaron de nuevo.
- **Sondeos mecánicos:** Se realizaron 3 sondeos a rotación y clavados a presión con obtención de muestra continua mediante una sonda hidráulica COMACCHIO MC-300. La perforación de los sondeos se realizó por medio de una batería de diámetro externo de 101 a 76 mm equipada con corona de vicia. La profundidad alcanzada en todos los sondeos fue de 10 metros, siendo controlados en todo momento por un geólogo/a especialista en geotecnia.

- **Instalación de piezómetros:** Para poder conocer con exactitud la dinámica de las aguas subterráneas, una vez finalizada la perforación de los sondeos S-1, S-2 y S-3 se instaló en estos puntos sendos sistemas de piezómetros. Estos piezómetros, que presentan una longitud de 12 metros, constan de una cañería de PVC de 62 mm de diámetro externo y 52 mm de diámetro interno. Las paredes del tubo es de 5 mm de grosor. Para las zonas de entrada de agua se hace servir una cañería de PVC de características similares, pero con ranuras que permitan la entrada de agua en su interior. El espacio entre la cañería y la pared del sondeo se llena convenientemente con grava limpia y bentonita, según sea ciega o ranurada la cañería. Este relleno sirve para no dejar espacio anular vacío en el interior, filtrar el terreno e impermeabilizar algunas zonas del piezómetro.
- **Ensayos in situ, SPT, muestras inalteradas:** En el interior de los sondeos se realizó un total de 21 SPT (según las especificaciones de la norma UNE 103-800/92), prueba que consiste en clavar un aparato normalizado mediante la caída libre de una masa de 63,5 Kg de peso, desde una altura de 76 cm.
La introducción del aparato se efectúa en tres o cuatro tramos de 15 cm cada uno, y se denomina valor N, la suma de los dos valores más bajos de los tres últimos tramos. El primer tramo no se tiene en cuenta, ya que se considera de limpieza.
También se ha parafinado 10 muestras para mantener inalteradas sus propiedades de cara a su análisis en laboratorio.

1.3 Correspondencia Geológica y Geotécnica en la zona de actuación

Geográficamente, nos situamos en el trazado de la N-234 PK.206, 14 a su paso por el municipio de Burbáguena en paralelo con el tramo del río Jiloca cuyo salto es objeto de la obra del presente proyecto.

Una vez determinado el plano de los sondeos del proyecto “construcción de la variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4”, se determinarán cuáles de ellos son de interés para el presente proyecto, adaptándolos a nuestra zona de estudio del nuevo puente el río Jiloca en Burbáguena.

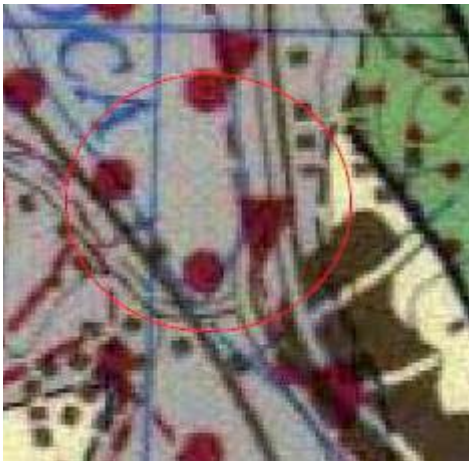
La topografía de esta zona es en forma de llanura de inundación, situándose el cauce del río Jiloca en el sector de cota más baja.

Seguidamente se detalla la cota relativa de inicio de catas y sondeos, extraídos de los planos topográficos suministrados, susceptibles de uso:

SONDEO	COTA (H)
S-11.1	806,7
S-11.2	808,3
S-11.3	806,9

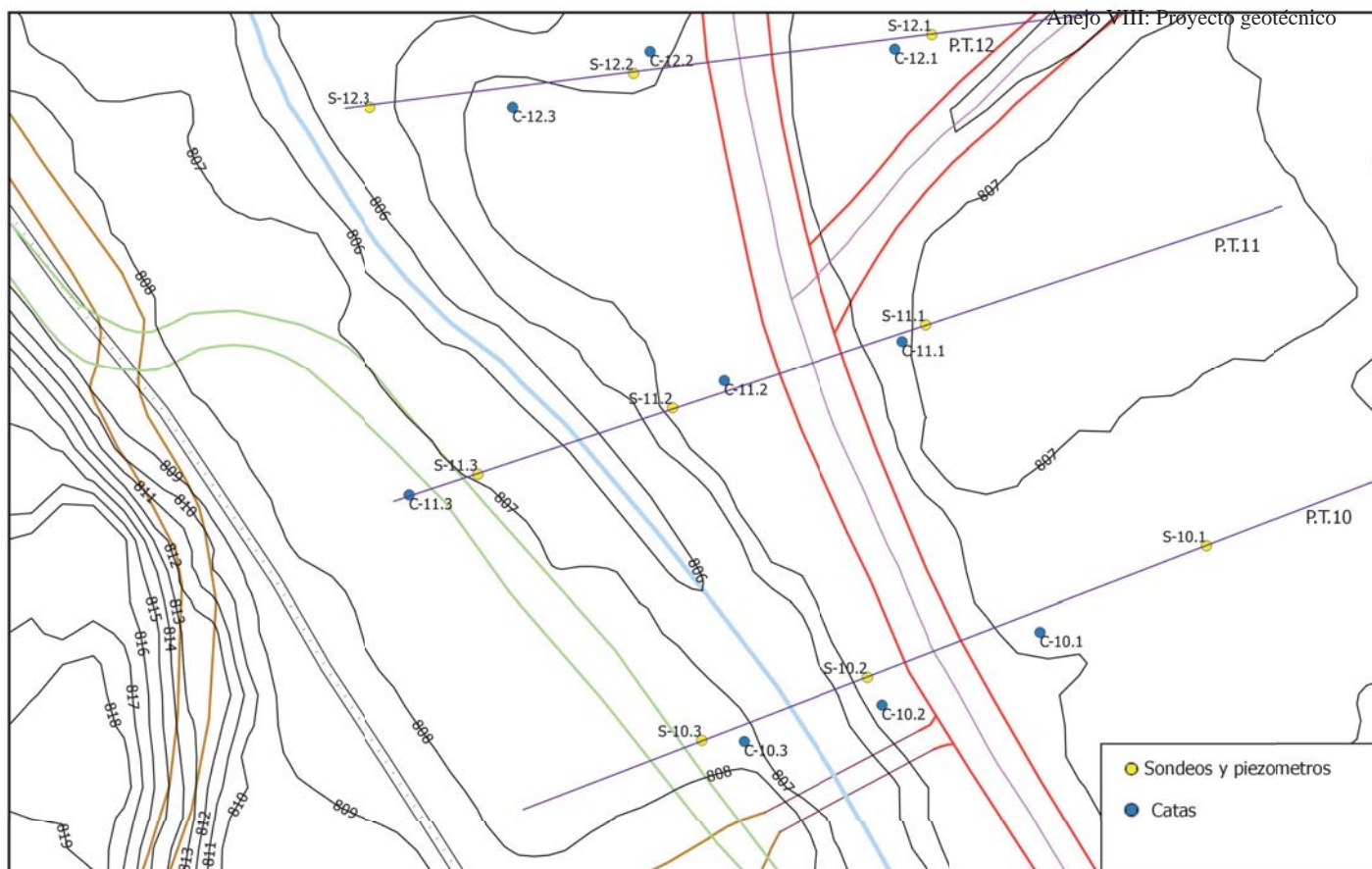
CATA	COTA(H)
C-11.1	807,4
C-11.2	808,5
C-11.3	807,2

Geológicamente, de acuerdo al anejo Geológico e hidrogeológico del presente proyecto, tanto los accesos al puente como las cimentaciones de los 2 estribos de este, se encuentran en el valle del Jiloca, con origen de fosa tectónica, rellena en sus estratos más cercanos a la rasante del terreno, por materiales cuaternarios, que los encontramos en la zona de ejecución de la obra en forma de terrazas fluviales y depósitos de sedimentos aluviales de gran potencia (gravas y limos). También afloran en las cercanías pero fuera de la zona de alcance de la obra estratos de limonitas alternados con conglomerados del mioceno, que en la zona de actuación del proyecto se encuentran a gran profundidad, fuera de la zona de interacción con las cimentaciones.



El vial de la carretera convencional del proyecto “construcción de la variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4”, contiene el tramo del p.k 206,14 que responde a la misma situación geográfica del presente proyecto y es representativo de la características geológicas y geotécnicas del terreno sobre el que asienta la obra objeto de estudio.

Llegados a este punto, determinaremos qué sondeos nos proporcionan datos suficientes para la realización del presente proyecto. Esto, se realizará con la observación del plano de sondeos proporcionado en el presente estudio, realizado por la empresa ya mencionada.



Mediante el plano anteriormente mostrado, los sondeos que se estudiarán de aquí en adelante para la determinación de las características del terreno para el presente proyecto, serán:

- Estribo Este: Sondeo S-11.3 y Cata C-11.3 (Si fuera necesario).
- Acceso Este: Sondeo S-11.3 y Cata C-11.3 (Si fuera necesario).
- Estribo Oeste: Sondeo S-11.2 y Cata C-11.2 (Si fuera necesario).
- Acceso Oeste: Sondeo S-11.2 y Cata C-11.2 (Si fuera necesario).

Los criterios tenidos en cuenta para la normalización de los puntos del reconocimiento geotécnico del presente proyecto son los enunciados por la GCOC, definiendo un punto por estribo para puentes de carretera con estribo de longitud inferior a 10 m y 2 puntos por perfil de rasante de carretera en terraplén cada 50 metros.

El número de sondeos y catas realizados corresponden en común a 2 puntos por estribo del puente, siendo hábiles esos puntos de reconocimiento geotécnico para caracterizar los accesos oeste y este en trinchera ligeramente excavada, de longitud de rasante menor de 5 y 22 metros respectivamente, de acuerdo a la aplicación de la GCOC.

2. Litología y características geotécnicas

2.1 Rellenos

NIVEL R: arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

Tanto a las catas realizadas como en los sondeos se detecta una capa superficial de rellenos heterogéneos y/o terrenos removidos de grosores entre 0,9 y 2,4 metros. En el siguiente cuadro, se muestra una tabla donde se ve en cuales prospecciones se han detectado y los grosores de los rellenos. Se han recogido dos muestras M-1 y M-2 para su caracterización.

Nivel R . arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra					
Sondeos	Inicio *	Fin *	Catas *	Inicio *	Fin *
S-11.2	0 m	2,4 **	C-11.2	0 m	2,4 **
S-11.3	0 m	0,9 **	C-11.3	0 m	0,9 **

*Profundidad respecto el inicio de la prospección. **Hasta el fin de la prospección

Desde el punto de vista geotécnico, este tipo de materiales de relleno presentan unas características geotécnicas medias-altas, debido a su muy baja compresibilidad y a que acostumbra a presentar una compactación adecuada y una deformación moderada en el ensayo de placa de carga, por tanto, responde a unas características resistentes medias- altas.

Se muestran a continuación los resultados de los ensayos realizados a las muestras en laboratorio e insitu ofrecidos por la empresa citada en las localizaciones de las prospecciones indicadas de interés. Cabe destacar el descarte de este estrato para cimentar las zapatas por su escasa potencia y por la necesidad de introducir el plano de la cimentación por debajo del cauce para poder contar con toda la superficie de rotura en el mecanismo resistente de las cimentaciones superficiales.

Cuadro de características geotécnicas:

Nivel R: Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra			
Ángulo de rozamiento interno	30°	E (Nstp)	56297 KN/m ²
Cohesión estimada	nula	CBR (C.empírica in situ)	5,6
Peso específico aparente	17 KN/m	%MO	0,3 %
Coeficiente permeabilidad	10 ⁻² 10 ⁻⁷ m/s	%SS (NLT114)	0,00 %
E_{V1} (NLT 357/98)	47 Mpa	D max	50 mm<100
E_{V2} (NLT 357/98)	64 Mpa	2% UNE pasa	73,7 %
E_{V2}/E_{V1} (compactación)	1,36 < 2,2	0,08%UNE pasa	31,5 %
LL	21<40	Indice de huecos (e0)	0,19
Indice de Hinchamiento	0 N/mm ²	Ac.Baumann-Gully	0mg/kg
CBR (100%)	6,7	γ_d P.M	1,89 g/cm ³
γ sat.	1,93 g/cm ³	H(%) optima	13,6 %

2.2 Nivel del cuaternario

Estrato de Aluviones del Jiloca de Gravillas cuarcíticas y Limos

Por debajo del nivel anterior de relleno y hasta el final de las prospecciones realizadas, se inicia el sustrato cuaternario de la zona, constituido a lo largo de todo el perfil de la rasante del proyecto, por un paquete de gravas subredondeadas cuarcíticas embebidas en una matriz limosa en un tramo gran grosor superando en continuidad la profundidad de las prospecciones realizadas.

Este sustrato se encuentra saturado, al menos, a partir de los primeros 60 cm medidos desde su techo durante todo el año debido a la recarga efectuada por el caudal del río que mantiene el N.F como mínimo a 60 cm de profundidad del techo del estrato de aluviones. En época de lluvias dicho N.F sobrepasa el techo de los aluviones y en época de sequías se mantiene poco variable respecto a su posición mínima.

Como ya se ha dicho esta litología ha sido encontrada en todas las prospecciones realizadas y se detectan hasta el final de las mismas.

En el siguiente cuadro, se muestra una tabla donde se ven los grosores del estrato que tiene en los sondeos característicos del estudio, para el presente proyecto.

Nivel de aluvión: Gravas cuarcíticas y Limos					
Sondeos	Inicio	Fin	Catas	Inicio	fin
S-11.2	0,9 m	10 m	C-11.2	No detectado	
S-11.3	2,4 m	10 m	C-11.3	No detectado	

Desde el punto de vista resistente, se trata de un suelo granular, de plasticidad nula, expansividad dentro del campo marginal, que no presenta un ataque apreciable frente a los sulfatos y se catalogan de suelo de blando-medio.

Para información geológica de archivo, este sustrato presenta grosores de varias decenas de metros, mejorándose las características geotécnicas en profundidad.

Se han recogido y analizado 10 muestras representativas de este estrato entre los 2 sondeos (M-1, M-2, M-3, M-4, M-5, M-6, M-7, M-8, M-9 y M-10), para permitir la catalogación de este estrato.

Cuadro de características geotécnicas

Nivel de Gravas cuarcíticas y limos			
Clasificación USCS	GP-GM	Clasificación AASHTO	A-2
%25 UNE pasa	60,1	Hinchamiento Lambe	0-0
2% UNE pasa	31,5	Ac.Baumann-Gully	0mg/kg
0,08%UNE pasa	21,3	Humedad %	90%
Límite líquido (LL)	27,5-29	E(Nstp) KN/m2	29840
Índice de plasticidad	6,2-7,7	Contenido sulfatos	202 mg/kg
Cohesión	0 Kpa	Ángulo de rozamiento	32°
Coef.Balasto K_{30}	8 -12 Kp/cm3	Ensayo SPT	43-47
Coef.Permeabilidad	10^{-2} - 10^{-3} cm/s	Densidad aparente suelo	1,81-1,87 g/cm3
Índice poros (e_0)	0,22-0,24	Densidad saturada suelo	1,9g/cm3

Geotécnicamente se pueden catalogar el material del estrato de gravas cuarcíticas y limos como apto desde el punto de vista de resistencia y con una compresibilidad media apta desde el punto de vista del análisis de asientos.


La permeabilidad es media-buena lo que facilita la disipación instantánea de subpresiones intersticiales e indica un análisis de las cimentaciones en condiciones drenadas o a “largo plazo”.

Se recomienda la ejecución de las cimentaciones del estribo del puente en este nivel. Para la ejecución de explanada de los accesos se plantean como apto el nivel superficial arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra.

3. Sondeos e informes de ensayos de laboratorio

Se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados con las muestras recogidas de las calicatas seleccionadas, para la caracterización del sustrato superficial.

Se muestran los sondeos correspondientes a los necesitados para completar la campaña de reconocimiento geotécnico para las cimentaciones y explanadas del presente proyecto “Nuevo puente de Burbaguena sobre el Jiloca”. También se muestran los ensayos de laboratorio de las muestras recogidas en los sondeos, necesarias para terminar de confeccionar el presente anejo de geotécnica.

 SONDEOS Y PERFORACIONES JAREN, S. L.				Anejo VIII: Proyecto geotécnico																	
DATOS PETICIONARIO:				INFORME																	
ARASCÓN VIAS Y OBRAS S.A				REGISTRO 470																	
Sra. Núria Urgellés				Hoja 1 de 1																	
CIF: B-08003592				3381																	
PROYECTO: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4				SONDEO 11.2																	
DIRECCIÓN: N-234 p.k 206,14 Burbaguena,44330,Teruel				MÁQUINA: SONDA HELICOIDAL TP-75																	
SONDISTA: FERNANDO MARQUEZ				GEOLOGO: Mº JESUS MICHEO																	
COTA TOP: 0,0 con la rasante de la N-234 p.k 206,14				ENSAYOS DE LABORATORIO																	
N. FREATICO	PROFUNDIDAD CONTACTO (m)	CORTE VERTICAL		NATURALEZA DEL TERRENO	ENSAYOS IN SITU																
		LITOLOGICO			ASSAIG	COLPEIG (N30)	GRANULOMETRIA				LIM. ATTERBERG			COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)	LAMBE		DENSIDAD (gr/cm³)	SULFATOS (mg/kg SO₄)			
		PROFUN. (m.)	REPRES. GRAFICA				# 5 mm	# 2 mm	# 0,4 mm	# 0,08 mm	L.L.	L.P.	I.P.		P _{0.1} HIN (Mpa)	C.P.V. (%)					
		0.0		CUATERNARIO. Limos muy arenosos con abundantes gravillas de pizarra, de consistencia media.																	
		1.0																			
		2.0																			
	2.4	3.0		CUATERNARIO. Gravas cuarcíticas, en matriz limosa rojiza, de compacidad densa.	1,5	SPT															
		4.0			2,3	N _{SPT} =39															
		5.0																			
		6.0																			
		7.0		CUATERNARIO. Gravas cuarcíticas, en matriz limosa rojiza, de compacidad densa.	4,0	SPT															
		8.0			4,8	N _{SPT} =43															
		9.0																			
		10.0		FIN DE SONDEO: 10 m																	

OBSERVACIONES:

ENSAYOS: SPT (Ensayo de penetración y toma de muestras con el penetrómetro de toma de muestras estándar): UNE 103800:1992
MI (Muestra inalterada con mostreador de pared gruesa con estuche interior): XP P94-202
Director del Laboratorio Director de Ámbito



Enric Capella Cavallé
Ingeniero Geólogo



Serafín Ramiro Trenado
Geólogo

Sondeos y Perforaciones Jarén SL C/Valle de Zuriza 9, local 50015 Zaragoza


Empresa acreditada en la toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos (GTC) en el registro de empresa acreditadas (REA) ; nº de identificación 02/50/0002268.

Código de identificación: 02/50/0002268

Fecha acreditación: 8 de Marzo de 1998

10

RE: 20/0

 SONDEOS Y PERFORACIONES JAREN, S. L.				Anejo VIII: Proyecto geotécnico INFORME SONDEO 11.3															
DATOS PETICIONARIO:				ARASCÓN VIAS Y OBRAS S.A. Sra. Núria Urgellés CIF: B-08003592				REGISTRO 470 Hoja 1 de 1 3381											
PROYECTO: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4 DIRECCIÓN: N-234 p.k 206,14 Burbaguena,44330,Teruel				MÁQUINA: SONDA HELICOIDAL TP-75 SONDISTA: FERNANDO MARQUEZ GEOLOGO: M ^º JESUS MICHEO COTA TOP: 0,0 con la rasante de la N-234 p.k 206,14															
N. FREÁTICO	PROFUNDIDAD CONTACTO (m)	CORTE VERTICAL		NATURALEZA DEL TERRENO		ENSAYOS IN SITU		ENSAYOS DE LABORATORIO											
		LITOLOGICO				ASSAIG	COLPEIG (N30)	GRANULOMETRIA				LIM. ATTERBERG			COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm ²)	LAMBE		DENSIDAD (gr/cm ³)	SULFATOS (mg/kg SO ₄)
		PROFUN.	REPRES.					# 5 mm	# 2 mm	# 0,4 mm	# 0,08 mm	L.L.	L.P.	I.P.	p _{0.1} , HIN (Mpa)	C.P.V. (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)	SULFATOS (mg/kg SO ₄)	
		(m.)	GRAFICA																
	0.9	0.0	1.0	CUATERNARIO. Limos muy arenosos con abundantes gravillas de pizarra, de consistencia media.		1,6	SPT												
		2.0	3.0	CUATERNARIO. Gravas cuarcíticas, en matriz limosa rojiza, de compacidad densa.		2,1	N _{SPT} =41												
		4.0	5.0	CUATERNARIO. Gravas cuarcíticas, en matriz limosa rojiza, de compacidad densa.		4,0	SPT												
	5.0	6.0	7.0	CUATERNARIO. Gravas cuarcíticas, en matriz limosa rojiza, de compacidad densa.		4,7	N _{SPT} =45												
		8.0	9.0	FIN DE SONDEO: 10 m															
		10																	
OBSERVACIONES:																			

ENSAYOS: SPT (Ensayo de penetración y toma de muestras con el penetrómetro de toma de muestras estándar): UNE 103800:1992

MI (Muestra inalterada con mostreador de pared gruesa con estuche interior): XP P94-202

Director del Laboratorio

Director de Ámbito



Enric Capella Cavallé
Ingeniero Geólogo



Serafín Ramiro Trenado
Geólogo

Sondeos y Perforaciones Jarén SL C/Valle de Zuriza 9, local 50015 Zaragoza

Empresa acreditada en la toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos (GTC) en el registro de empresa acreditadas (REA) ; nº de identificación 02/50/0002268.

Código de identificación: 02/50/0002268

Fecha acreditación: 8 de Marzo de 1998

11

RE: 20/0

5.ENSAYOS DE LABORATORIO

HOJA RESUMEN

Anejo VIII: Proyecto geotécnico

Nº de INFORME:08/0039

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: INFORME GEOTÉCNICO

LOCALIZACION: SONDEO 11.2 DE 2,40 A 10,00 M DE PROF

MATERIAL: GRAVAS CUARCÍTICAS Y LIMOS

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO SEGÚN UNE 103101:95

Tamaño partículas (mm)	Paso (%)
100	
80	
63	
50	79,4
31,5	69,3
25	65,1
20	56,1
10	48,6
5	43,9
2	29,5
1,25	28,6
0,4	27,3
0,08	20,3

CLASIFICACION

ASTM D 2487	GP-GM
H.R.B.	A-2
I.G.	0

% GRAVAS	70,5
% ARENA GRUESA	7,1
% ARENA FINA	2,2
% TOTAL ARENA	9,3
% FINOS	20,2

LIMITES DE ATTERBERG:
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y
LIMITE PLASTICO SEGÚN UNE
103103:94 Y UNE 103014:93

LIMITE LIQUIDO	29,5
LIMITE PLASTICO	21,8
INDICE DE PLASTICIDAD	7,7

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA POR EL METODO DEL
PERMANGANATO POTASICO, SEGÚN UNE 103204:93

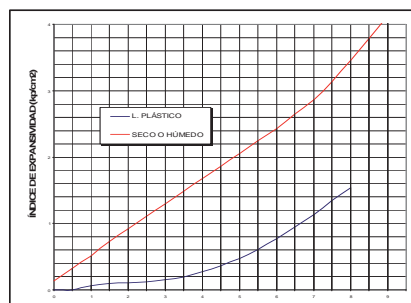
Contenido de materia organica en la muestra (%):	0,05
--	------

AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS AL HORMIGON SEGÚN
ANEJO 5 EHE

	Resultado (mg/kg)	ESPECIFICACIONES SEGUN EHE			
		GRADO DE AGRESIVIDAD			
Contenido de sulfatos	204,53	2000 a 6000	6000 a 12000	>12000	

INDICE DE EXPANSION Y CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN:
ENSAYO LAMBE, SEGÚN UNE 103600:96

INDICE DE HINCHAMIENTO	0	N/mm ²
CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	0	
CLASIFICACION	NO CRÍTICO	



CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN (C.P.V.)

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico responsable de ensayo

El director del Laboratorio




Marisa Gil Espejo
Lda. En Ciencias Químicas

Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO SEGÚN UNE 103101:95

PETICIONARIO Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

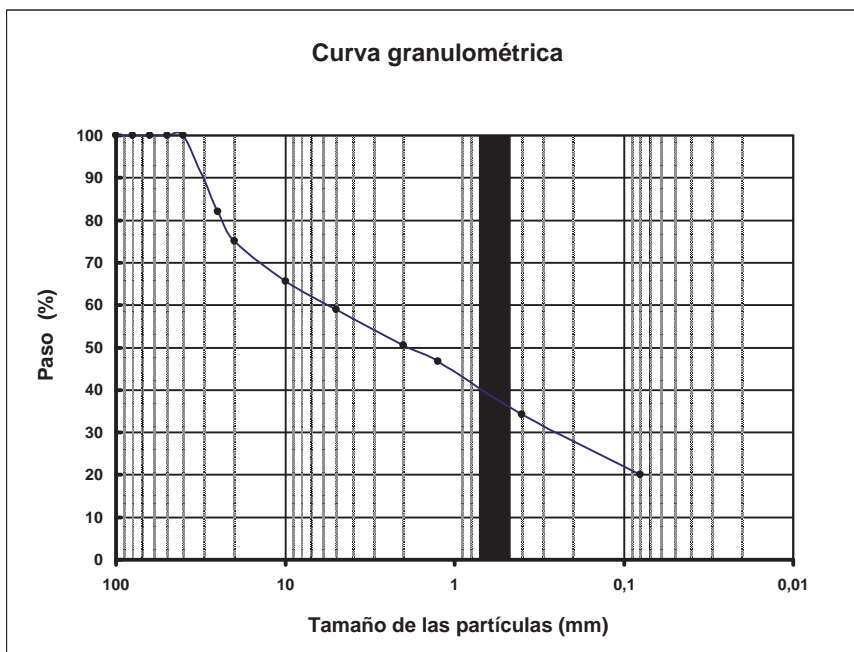
PROCEDENCIA:

LOCALIZACION: SONDEO 11.2 DE 2,40 A 10,00 M DE PROF

MATERIAL: GRAVAS CUARCÍTICAS Y LIMOS

Tamaño partículas (mm)	Paso (%)
100	
80	
63	
50	79,4
31,5	69,3
25	65,1
20	56,1
10	48,6
5	43,9
2	29,5
1,25	28,6
0,4	27,3
0,08	20,3

FECHA ENSAYO: 10/03/1998



LIMITES DE ATTERBERG: DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO SEGÚN UNE 103103:94 Y UNE 103014:93

FECHA ENSAYO: 11/03/1998

LIMITE LIQUIDO	29,5
LIMITE PLASTICO	21,8
INDICE DE PLASTICIDAD	7,7

CLASIFICACION DEL SUELO	ASTM D 2487 H.R.B. I.G.	GP-GM A-2 0,00
--------------------------------	-------------------------------	----------------------

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico responsable de ensayo

Marisa Gil Espejo
Lcda. En Ciencias Químicas

El director del Laboratorio

Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

**INDICE DE EXPANSION Y CAMBIO POTENCIAL
DE VOLUMEN: ENSAYO LAMBE, SEGÚN UNE
103600:96**

Nº de INFORME:08/0039

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: INFORME GEOTÉCNICO

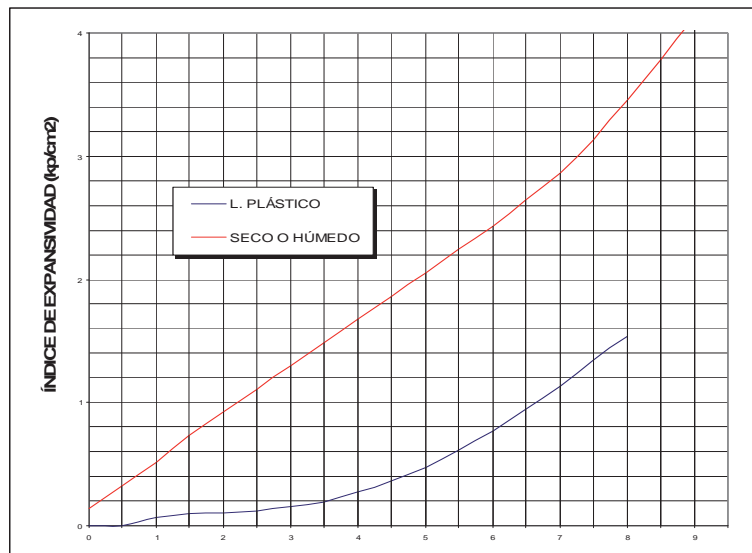
LOCALIZACION SONDEO 11.2 DE 2,40 A 10,00 M DE PROF

MATERIAL: GRAVAS CUARCÍTICAS Y LIMOS

fecha de toma de muestra; 08/03/1998

RESULTADO DE ENSAYO:

INDICE DE HINCHAMIENTO	0	N/mm ²
INDICE DE HINCHAMIENTO	0	kgf/cm ²
CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	0	
CLASIFICACION	NO CRÍTICO	



CLASIFICACION	
C.P.V.<2	NO CRITICO
2<C.P.V.<4	MARGINAL
4<C.P.V.<6	CRITICO
C.P.V.>6	MUY CRITICO

OBSERVACIONES: CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN (C.P.V.)
Cuando el ensayo Lambe se realiza sobre muestras alteradas (se rompe la estructura natural de la arcilla), el indice de expansividad obtenido es mayor que el que el material desarrolla en estado inalterado

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico responsable de ensayo

El director del Laboratorio

[Firma]

[Firma]

Antonio Cleofe Lopez Muñoz
I. de Caminos, Canales y Puertos

Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA POR EL METODO DEL PERMANGANATO POTASICO, SEGÚN UNE 10324:93

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: SONDEO 11.2 DE 2,40 A 10,00 M DE PROF

LOCALIZACION:

MATERIAL: GRAVAS CUARCÍTICAS Y LIMOS

fecha de toma de muestra; 08/03/1998

RESULTADO DE ENSAYO:

Peso de la muestra de suelo (gr):	0,25
factor de normalidad permanganato	1,113
Volumen de permanganato gastado (cm3)	0,17
materia organica (%)	0,075
Materia organica media en fraccion tamiz nº 10 (%)	0,075
% qe pasa en la granulometría por el tamiz nº 10	29,5
Contenido de materia organica en la muestra (%):	0,05

Contenido de materia organica en la muestra (%): 0,05

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico



Maria Isabel Gil Espejo
Lda. En Ciencias Químicas

El director del Laboratorio



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

**DETERMINACION DE LA AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS AL HORMIGON,
SEGÚN ANEJO 5 EHE**

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: INFORME GEOTÉCNICO

LOCALIZACION: SONDEO 11.2 DE 2,40 A 10,00 M DE PROF

MATERIAL: GRAVAS CUARCÍTICAS Y LIMOS

fecha de toma de muestra; 08/03/1998

	Resultado (ml/kg)	ESPECIFICACIONES SEGUN EHE		
		<i>GRADO DE AGRESIVIDAD</i>		
		<i>DEBIL</i>	<i>MEDIO</i>	<i>FUERTE</i>
Acidez Baumann-Gully	----	> 20		
Contenido de sulfatos	204,53	2000 a 6000	6000 a 12000	>12000

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico



Maria Isabel Gil Espejo
Lda. En Ciencias Químicas

El director del Laboratorio



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO, SEGÚN
UNE 103401:98**

Nº DE REGISTRO: 08/0039
PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L
OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4
PROCEDENCIA: SONDEO 11.2 DE 2,40 A 10,00 M DE PROF
MATERIAL: GRAVAS CUARCÍTICAS Y LIMOS
TIPO DE ENSAYO: CD- CONSOLIDADO- DRENADO
FECHA DE ENTRADA: 08/03/1998
FECHA DE ENTREGA: 13/03/1998

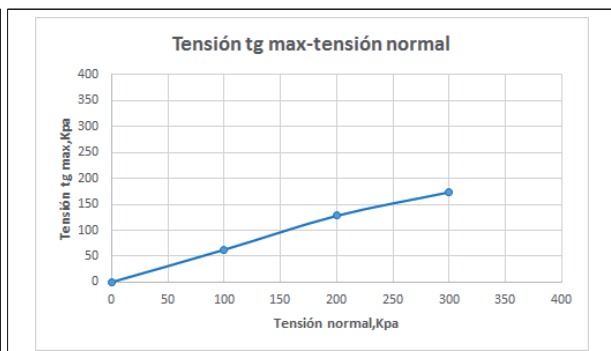
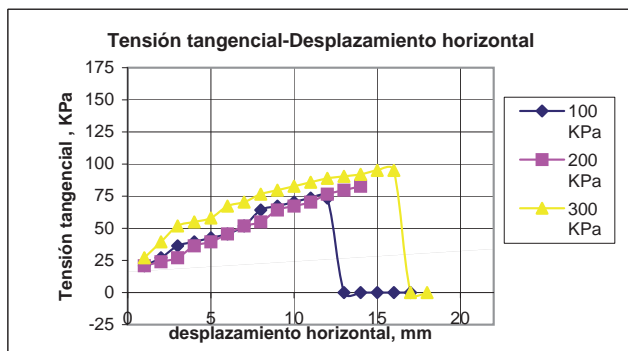
DIAMETRO (CM):	ALTURA (CM):	ÁREA (CM ²):	VOLUMEN (CM ³):
5	3	19,63	58,9

PARÁMETROS:

	1	2	3
HUMEDAD INICIAL (%):	90,30	87,78	93,27
HUMEDAD FINAL (%):			
DENSIDAD SECA (g/cm ³):	1,51	1,47	1,45
DENSIDAD APARENTE (g/cm ³):	1,81	1,64	1,63
INDICE DE HUECOS	0,24	0,22	0,21
GRADO DE SATURACION			
DENSIDAD DE LAS PARTICULAS SOL		1,54	
VELOCIDAD DE CORTE			

TENSIONES :

	1	2	3
TENSIÓN NORMAL (Kpa):	100	200	300
TENSIÓN TANGENCIAL (Kpa):	66,37	127,35	181,12
TENSIÓN RESIDUAL (Kpa):	0,00	0,00	0,00



RESULTADOS:

COHESIÓN (Kpa):	0
ÁNGULO DE ROZ. INTERNO	31 °

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

EL Técnico Responsable de Ensayos

Antonio Cleofé López Muñoz
I. de Caminos, Canales y Puertos

El Director del Laboratorio

Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

HOJA RESUMEN

Anejo VIII: Proyecto geotécnico

Nº de INFORME:08/0039

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: INFORME GEOTÉCNICO

LOCALIZACION: SONDEO 11.3 DE 0,9 A 10,00 M DE PROF

MATERIAL: GRAVAS CUARCÍTICAS Y LIMOS

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO SEGÚN UNE 103101:95

Tamaño partículas (mm)	Paso (%)
100	
80	
63	
50	78,0
31,5	74,3
25	60,1
20	55,1
10	51,6
5	44,9
2	31,5
1,25	28,8
0,4	27,3
0,08	21,3

CLASIFICACION

ASTM D 2487	GP-GM
H.R.B.	A-2
I.G.	0

% GRAVAS	68,5
% ARENA GRUESA	7,3
% ARENA FINA	2,9
% TOTAL ARENA	10,2
% FINOS	21,3

LIMITES DE ATTERBERG:
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y
LIMITE PLASTICO SEGÚN UNE
103103:94 Y UNE 103014:93

LIMITE LIQUIDO	27,5
LIMITE PLASTICO	21,3
INDICE DE PLASTICIDAD	6,2

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA POR EL METODO DEL PERMANGANATO POTASICO, SEGÚN UNE 103204:93

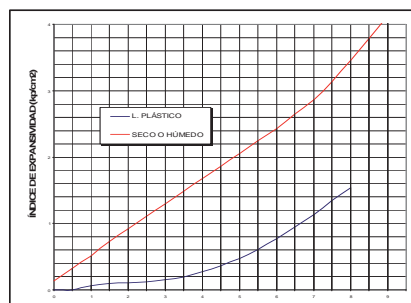
Contenido de materia organica en la muestra (%):	0,05
--	------

AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS AL HORMIGON SEGÚN ANEJO 5 EHE

	Resultado (mg/kg)	ESPECIFICACIONES SEGUN EHE		
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
Contenido de sulfatos	202,86	2000 a 6000	6000 a 12000	>12000

INDICE DE EXPANSION Y CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN: ENSAYO LAMBE, SEGÚN UNE 103600:96

INDICE DE HINCHAMIENTO	0	N/mm ²
CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	0	
CLASIFICACION	NO CRÍTICO	



CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN (C.P.V.)

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico responsable de ensayo

El director del Laboratorio



Marisa Gil Espejo
Lda. En Ciencias Químicas



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO SEGÚN UNE 103101:95

PETICIONARIO Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

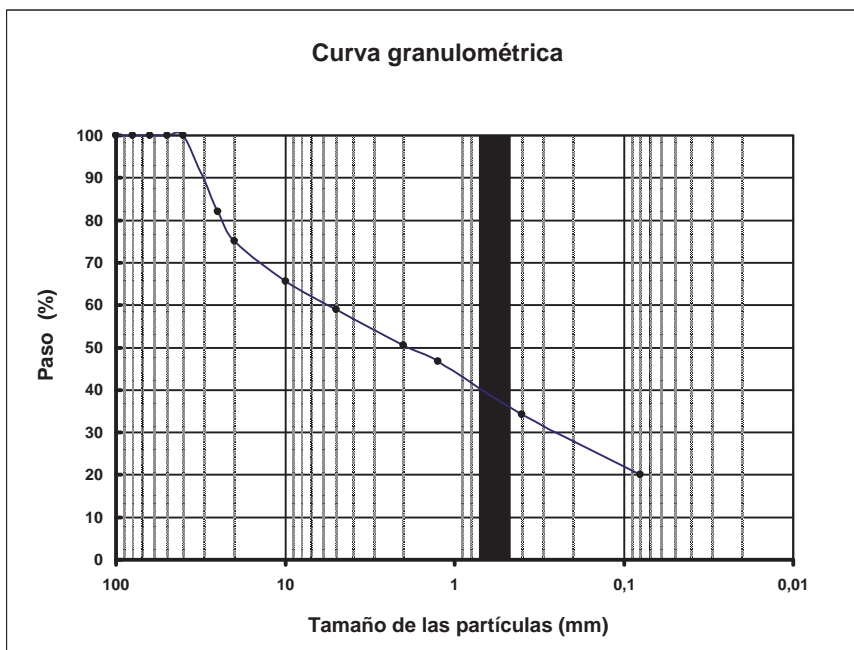
PROCEDENCIA:

LOCALIZACION: SONDEO 11.3 DE 0,9 A 10,00 M DE PROF

MATERIAL: GRAVAS CUARCÍTICAS Y LIMOS

Tamaño partículas (mm)	Paso (%)
100	
80	
63	
50	78,0
31,5	74,3
25	60,1
20	55,1
10	51,6
5	44,9
2	31,5
1,25	28,2
0,4	27,3
0,08	21,3

FECHA ENSAYO: 10/03/1998



LIMITES DE ATTERBERG: DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO SEGÚN UNE 103103:94 Y UNE 103014:93

FECHA ENSAYO: 11/03/1998

LIMITE LIQUIDO	27,5
LIMITE PLASTICO	21,3
INDICE DE PLASTICIDAD	6,2

CLASIFICACION DEL SUELO	ASTM D 2487 H.R.B. I.G.	GP-GM A-2 0,00
--------------------------------	-------------------------------	----------------------

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico responsable de ensayo

Marisa Gil Espejo
Lcda. En Ciencias Químicas

El director del Laboratorio

Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

**INDICE DE EXPANSION Y CAMBIO POTENCIAL
DE VOLUMEN: ENSAYO LAMBE, SEGÚN UNE
103600:96**

Nº de INFORME:08/0039

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: INFORME GEOTÉCNICO

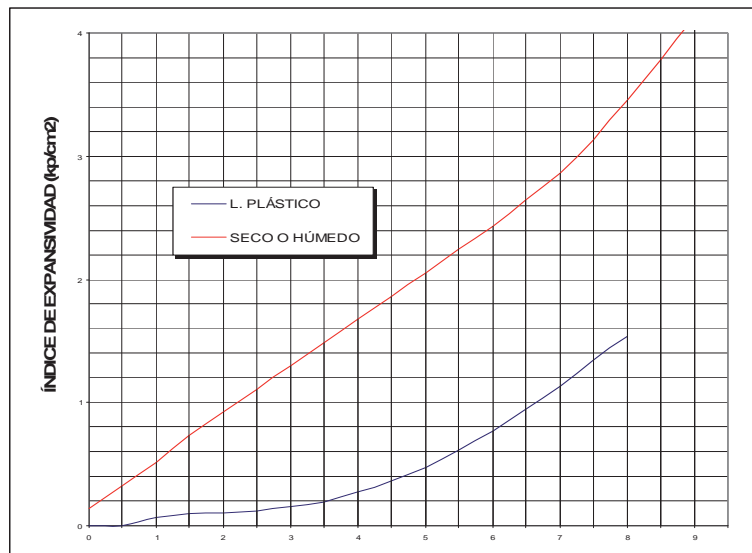
LOCALIZACION SONDEO 11.3 DE 0,90 A 10,00 M DE PROF

MATERIAL: GRAVAS CUARCÍTICAS Y LIMOS

fecha de toma de muestra; 08/03/1998

RESULTADO DE ENSAYO:

INDICE DE HINCHAMIENTO	0	N/mm ²
INDICE DE HINCHAMIENTO	0	kgf/cm ²
CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	0	
CLASIFICACION	NO CRÍTICO	



CLASIFICACION	
C.P.V.<2	NO CRITICO
2<C.P.V.<4	MARGINAL
4<C.P.V.<6	CRITICO
C.P.V.>6	MUY CRITICO

OBSERVACIONES: CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN (C.P.V.)
Cuando el ensayo Lambe se realiza sobre muestras alteradas (se rompe la estructura natural de la arcilla), el indice de expansividad obtenido es mayor que el que el material desarrolla en estado inalterado

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico responsable de ensayo

El director del Laboratorio

Antonio Cleofe Lopez Muñoz
I. de Caminos, Canales y Puertos

Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA POR EL METODO DEL PERMANGANATO POTASICO, SEGÚN UNE 10324:93

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: SONDEO 11.3 DE 0,90 A 10,00 M DE PROF

LOCALIZACION:

MATERIAL: GRAVAS CUARCÍTICAS Y LIMOS

fecha de toma de muestra; 08/03/1998

RESULTADO DE ENSAYO:

Peso de la muestra de suelo (gr):	0,25
factor de normalidad permanganato	1,102
Volumen de permanganato gastado (cm3)	0,17
materia organica (%)	0,077
Materia organica media en fraccion tamiz nº 10 (%)	0,077
% qe pasa en la granulometría por el tamiz nº 10	31,5
Contenido de materia organica en la muestra (%):	0,05

Contenido de materia organica en la muestra (%): 0,05

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico



Maria Isabel Gil Espejo
Lda. En Ciencias Químicas

El director del Laboratorio



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

**DETERMINACION DE LA AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS AL HORMIGON,
SEGÚN ANEJO 5 EHE**

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: INFORME GEOTÉCNICO

LOCALIZACION: SONDEO 11.3 DE 0,90 A 10,00 M DE PROF

MATERIAL: GRAVAS CUARCÍTICAS Y LIMOS

fecha de toma de muestra; 08/03/1998

	Resultado (ml/kg)	ESPECIFICACIONES SEGUN EHE		
		<i>GRADO DE AGRESIVIDAD</i>		
		<i>DEBIL</i>	<i>MEDIO</i>	<i>FUERTE</i>
Acidez Baumann-Gully	----	> 20		
Contenido de sulfatos	202,86	2000 a 6000	6000 a 12000	>12000

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico



Maria Isabel Gil Espejo
Lda. En Ciencias Químicas

El director del Laboratorio



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO, SEGÚN
UNE 103401:98**

Nº DE REGISTRO: 08/0039
PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L
OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4
PROCEDENCIA: SONDEO 11.3 DE 0,90 A 10,00 M DE PROF
MATERIAL: GRAVAS CUARCÍTICAS Y LIMOS
TIPO DE ENSAYO: CD- CONSOLIDADO- DRENADO
FECHA DE ENTRADA: 08/03/1998
FECHA DE ENTREGA: 13/03/1998

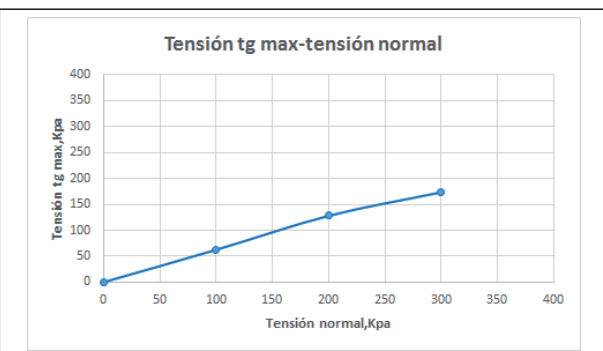
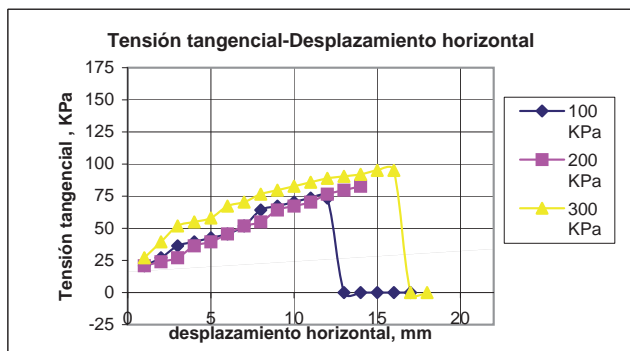
DIAMETRO (CM):	ALTURA (CM):	ÁREA (CM ²):	VOLUMEN (CM ³):
5	3	19,63	58,9

PARÁMETROS:

	1	2	3
HUMEDAD INICIAL (%):	91,10	89,78	95,27
HUMEDAD FINAL (%):			
DENSIDAD SECA (g/cm ³):	1,49	1,37	1,35
DENSIDAD APARENTE (g/cm ³):	1,81	1,64	1,63
INDICE DE HUECOS	0,22	0,20	0,21
GRADO DE SATURACION			
DENSIDAD DE LAS PARTICULAS SOL		1,54	
VELOCIDAD DE CORTE			

TENSIONES :

	1	2	3
TENSIÓN NORMAL (Kpa):	100	200	300
TENSIÓN TANGENCIAL (Kpa):	62,47	122,74	188,06
TENSIÓN RESIDUAL (Kpa):	0,00	0,00	0,00



RESULTADOS:

COHESIÓN (Kpa):	0
ÁNGULO DE ROZ. INTERNO	32 °

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

EL Técnico Responsable de Ensayos



Antonio Cleofé López Muñoz
I. de Caminos, Canales y Puertos

El Director del Laboratorio



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

HOJA RESUMEN

Anejo VIII: Proyecto geotécnico

Nº de INFORME:08/0039

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: INFORME GEOTÉCNICO

LOCALIZACION: CALICATA 11.2 DE 0,00 A 2,40 M DE PROF

MATERIAL: Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO SEGÚN UNE 103101:95

Tamaño partículas (mm)	Paso (%)
100	
80	
63	
50	100,0
31,5	98,4
25	96,3
20	92,1
10	85,6
5	78,8
2	73,7
1,25	58,6
0,4	42,3
0,08	31,5

CLASIFICACION

ASTM D 2487	SP
H.R.B.	A-2-5
I.G.	0

% GRAVAS	26,3
% ARENA GRUESA	72,1
% ARENA FINA	27,9
% TOTAL ARENA	42,2
% FINOS	31,5

LIMITES DE ATTERBERG: DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO SEGÚN UNE 103103:94 Y UNE 103014:93

LIMITE LIQUIDO	21,0
LIMITE PLASTICO	23,2
INDICE DE PLASTICIDAD	2,2

DENSIDAD SECA	1,88
DENSIDAD SATURADA	1,95

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA POR EL METODO DEL PERMANGANATO POTASICO, SEGÚN UNE 103204:93

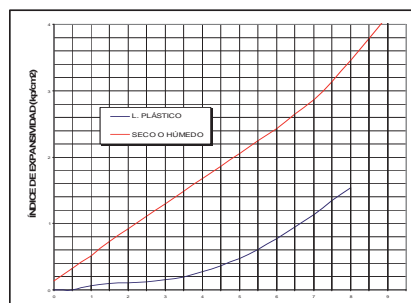
Contenido de materia organica en la muestra (%):	0,3
--	-----

AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS AL HORMIGON SEGÚN ANEJO 5 EHE

	Resultado (mg/kg)	ESPECIFICACIONES SEGUN EHE			
		GRADO DE AGRESIVIDAD			
Contenido de sulfatos	14,53	2000 a 6000	6000 a 12000	>12000	

INDICE DE EXPANSION Y CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN: ENSAYO LAMBE, SEGÚN UNE 103600:96

INDICE DE HINCHAMIENTO	0	N/mm ²
CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	0	
CLASIFICACION	NO CRÍTICO	



CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN (C.P.V.)

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico responsable de ensayo

El director del Laboratorio



Marisa Gil Espejo
Lcda. En Ciencias Químicas



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO SEGÚN UNE 103101:95

PETICIONARIO Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

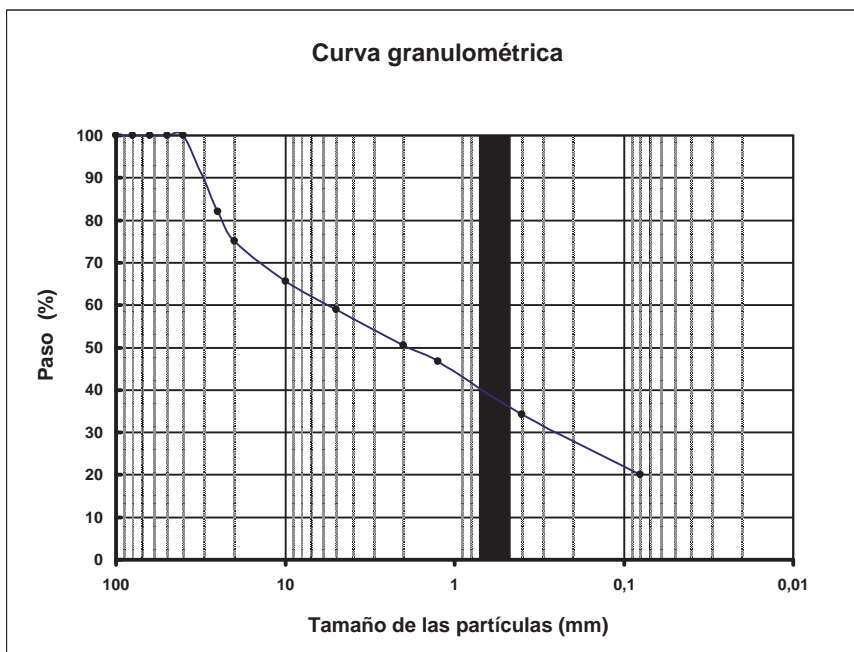
PROCEDENCIA:

LOCALIZACION: CALICATA 11.2 DE 0,00 A 2,40 M DE PROF

MATERIAL: Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

Tamaño partículas (mm)	Paso (%)
100	
80	
63	
50	100,0
31,5	98,4
25	96,3
20	92,1
10	85,6
5	78,8
2	73,7
1,25	58,6
0,4	42,3
0,08	31,5

FECHA ENSAYO: 10/03/1998



LIMITES DE ATTERBERG: DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO SEGÚN UNE 103103:94 Y UNE 103014:93

FECHA ENSAYO: 11/03/1998

LIMITE LIQUIDO	21,0
LIMITE PLASTICO	23,2
INDICE DE PLASTICIDAD	2,2

CLASIFICACION DEL SUELO	ASTM D 2487 H.R.B. I.G.	SP A-2-5 0,00
--------------------------------	-------------------------------	---------------------

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico responsable de ensayo

Marisa Gil Espejo
Lcda. En Ciencias Químicas

El director del Laboratorio

Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

**INDICE DE EXPANSION Y CAMBIO POTENCIAL
DE VOLUMEN: ENSAYO LAMBE, SEGÚN UNE
103600:96**

Nº de INFORME:08/0039

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: INFORME GEOTÉCNICO

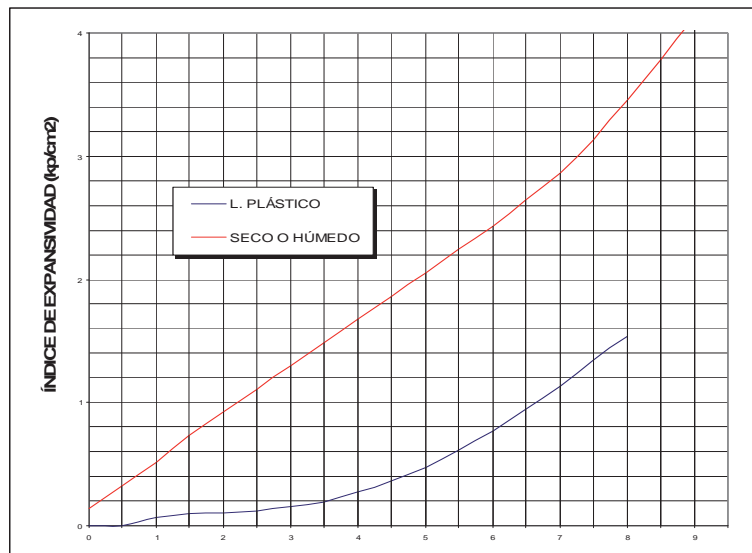
LOCALIZACION CALICATA 11.2 DE 0,00 A 2,40 M DE PROF

MATERIAL: Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

fecha de toma de muestra; 08/03/1998

RESULTADO DE ENSAYO:

INDICE DE HINCHAMIENTO	0	N/mm ²
INDICE DE HINCHAMIENTO	0	kgf/cm ²
CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	0	
CLASIFICACION	NO CRÍTICO	



CLASIFICACION	
C.P.V.<2	NO CRITICO
2<C.P.V.<4	MARGINAL
4<C.P.V.<6	CRITICO
C.P.V.>6	MUY CRITICO

OBSERVACIONES: CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN (C.P.V.)
Cuando el ensayo Lambe se realiza sobre muestras alteradas (se rompe la estructura natural de la arcilla), el indice de expansividad obtenido es mayor que el que el material desarrolla en estado inalterado

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico responsable de ensayo

El director del Laboratorio

Antonio Cleofe Lopez Muñoz
I. de Caminos, Canales y Puertos

Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA POR EL METODO DEL PERMANGANATO POTASICO, SEGÚN UNE 10324:93

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: CALICATA 11.2 DE 0,00 A 2,40 M DE PROF

LOCALIZACION:

MATERIAL: Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

fecha de toma de muestra; 08/03/1998

RESULTADO DE ENSAYO:

Peso de la muestra de suelo (gr):	0,21
factor de normalidad permanganato	1,113
Volumen de permanganato gastado (cm3)	0,14
materia organica (%)	0,15
Materia organica media en fraccion tamiz nº 10 (%)	0,15
% qe pasa en la granulometría por el tamiz nº 10	24,5
Contenido de materia organica en la muestra (%):	0,3

Contenido de materia organica en la muestra (%): 0,3

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico



Maria Isabel Gil Espejo
Lda. En Ciencias Químicas

El director del Laboratorio



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

**DETERMINACION DE LA AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS AL HORMIGON,
SEGÚN ANEJO 5 EHE**

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: INFORME GEOTÉCNICO

LOCALIZACION: CALICATA 11.2 DE 0,00 A 2,40 M DE PROF

MATERIAL: Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

fecha de toma de muestra; 08/03/1998

	Resultado (ml/kg)	ESPECIFICACIONES SEGUN EHE		
		<i>GRADO DE AGRESIVIDAD</i>		
		<i>DEBIL</i>	<i>MEDIO</i>	<i>FUERTE</i>
Acidez Baumann-Gully	----			
Contenido de sulfatos	14,53	2000 a 6000	6000 a 12000	>12000

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico



Maria Isabel Gil Espejo
Lda. En Ciencias Químicas

El director del Laboratorio



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO Y C.B.R
SEGÚN NORMAS UNE 103.501 Y 103.502**

PETICIONARIO:

Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA:

Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA:

INFORME GEOTÉCNICO

LOCALIZACION:

CALICATA 11.2 DE 0,00 A 2,40 M DE PROF

MATERIAL:

Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

fecha de toma de muestra;

08/03/1998

Densidad máxima

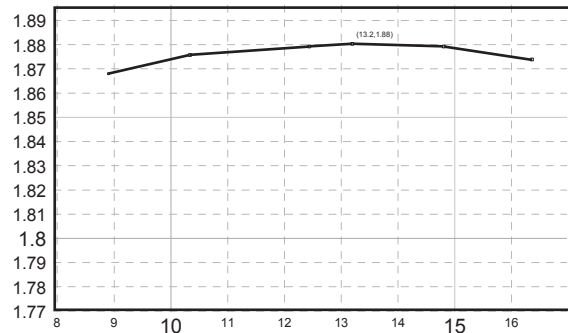
1.88 gr/cm³

Humedad óptima

13.2 %

ENSAYO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO SEGUN UNE 103.501:1994 INDICE C.B.R. EN EL LABORATORIO SEGUN UNE 103.502:1995

(Para obtener el Índice CBR, se compactarán tres moldes con un 25%, 50% y 100% de la energía del Próctor de referencia. La sobrecarga utilizada será de 4,5 Kg.).



PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1.88 g/cm ³
Humedad óptima	13.2 %
Compactación (100.00%)	1.88 g/cm ³ .

Compactación	Densidad	Indice CBR
100 %	1.88 g/cm ³	6.8

Indice CBR (100%)	6.8
Hinchamiento (100%)	2.31%
Absorción (100%)	3.02 %

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El director del Laboratorio

El Tecnico



Maria Isabel Gil Espejo
Lda. En Ciencias Químicas



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

HOJA RESUMEN

Anejo VIII: Proyecto geotécnico

Nº de INFORME:08/0039

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: INFORME GEOTÉCNICO

LOCALIZACION: CALICATA 11.3 DE 0,00 A 0,90 M DE PROF

MATERIAL: Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO SEGÚN UNE 103101:95

Tamaño partículas (mm)	Paso (%)
100	
80	
63	
50	100,0
31,5	97,4
25	94,1
20	90,2
10	83,6
5	77,8
2	74,2
1,25	52,6
0,4	46,3
0,08	29,5

CLASIFICACION

ASTM D 2487	SP
H.R.B.	A-2-5
I.G.	0

% GRAVAS	25,8
% ARENA GRUESA	51,4
% ARENA FINA	48,6
% TOTAL ARENA	55,3
% FINOS	29,5

**LIMITES DE ATTERBERG:
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y
LIMITE PLASTICO SEGÚN UNE
103103:94 Y UNE 103014:93**

LIMITE LIQUIDO	21,7
LIMITE PLASTICO	23,4
INDICE DE PLASTICIDAD	1,7

DENSIDAD SECA	1,88
DENSIDAD SATURADA	1,93

**CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA POR EL METODO DEL
PERMANGANATO POTASICO, SEGÚN UNE 103204:93**

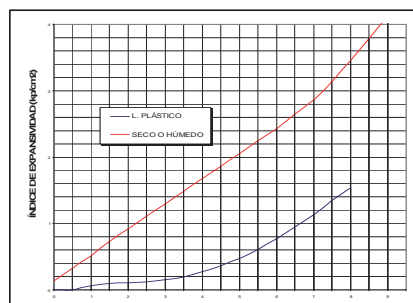
Contenido de materia organica en la muestra (%):	0,28
--	------

**AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS AL HORMIGON SEGÚN
ANEJO 5 EHE**

	Resultado (mg/kg)	ESPECIFICACIONES SEGUN EHE		
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
Contenido de sulfatos	15,61	2000 a 6000	6000 a 12000	>12000

**INDICE DE EXPANSION Y CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN:
ENSAYO LAMBE, SEGÚN UNE 103600:96**

INDICE DE HINCHAMIENTO	0	N/mm ²
CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	0	
CLASIFICACION	NO CRÍTICO	



CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN (C.P.V.)

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico responsable de ensayo

El director del Laboratorio

Marisa Gil Espejo
Lcda. En Ciencias Químicas

Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO SEGÚN UNE 103101:95

PETICIONARIO

Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA:

Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA:

LOCALIZACION:

CALICATA 11.3 DE 0,00 A 0,90 M DE PROF

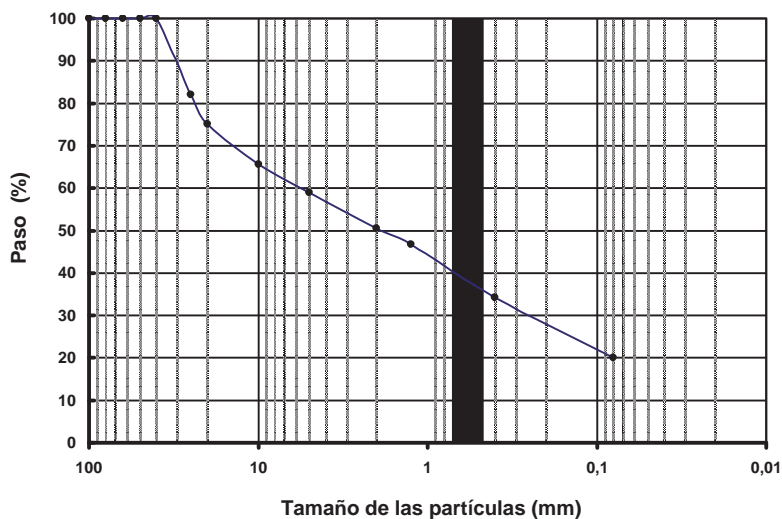
MATERIAL:

Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

Tamaño partículas (mm)	Paso (%)
100	
80	
63	
50	100,0
31,5	97,4
25	94,1
20	90,2
10	83,6
5	77,8
2	74,2
1,25	52,6
0,4	46,3
0,08	29,5

FECHA	
ENSAYO:	10/03/1998

Curva granulométrica



LIMITES DE ATTERBERG: DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO SEGÚN UNE 103103:94 Y UNE 103014:93

FECHA	
ENSAYO:	11/03/1998

LIMITE LIQUIDO	21,7
LIMITE PLASTICO	23,4
INDICE DE PLASTICIDAD	1,7

CLASIFICACION DEL SUELO	ASTM D 2487	SP
	H.R.B.	A-2-5
	I.G.	0,00

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Técnico responsable de ensayo

Marisa Gil Espejo
Lcda. En Ciencias Químicas

El director del Laboratorio

Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

**INDICE DE EXPANSION Y CAMBIO POTENCIAL
DE VOLUMEN: ENSAYO LAMBE, SEGÚN UNE
103600:96**

Nº de INFORME:08/0039

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: INFORME GEOTÉCNICO

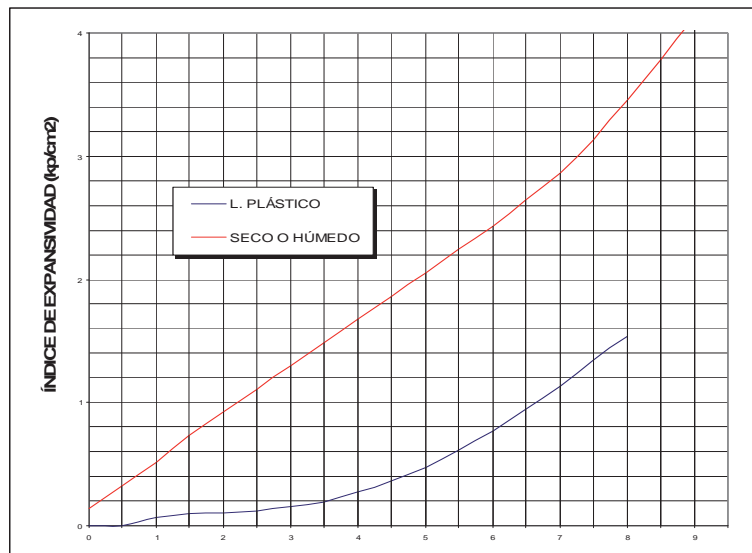
LOCALIZACION CALICATA 11.3 DE 0,00 A 0,90 M DE PROF

MATERIAL: Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

fecha de toma de muestra; 08/03/1998

RESULTADO DE ENSAYO:

INDICE DE HINCHAMIENTO	0	N/mm ²
INDICE DE HINCHAMIENTO	0	kgf/cm ²
CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN	0	
CLASIFICACION	NO CRÍTICO	



CLASIFICACION	
C.P.V.<2	NO CRITICO
2<C.P.V.<4	MARGINAL
4<C.P.V.<6	CRITICO
C.P.V.>6	MUY CRITICO

OBSERVACIONES: CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN (C.P.V.)
Cuando el ensayo Lambe se realiza sobre muestras alteradas (se rompe la estructura natural de la arcilla), el indice de expansividad obtenido es mayor que el que el material desarrolla en estado inalterado

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico responsable de ensayo

El director del Laboratorio

Antonio Cleofe Lopez Muñoz
I. de Caminos, Canales y Puertos

Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA POR EL METODO DEL PERMANGANATO POTASICO, SEGÚN UNE 10324:93

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: CALICATA 11.3 DE 0,00 A 0,90 M DE PROF

LOCALIZACION:

MATERIAL: Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

fecha de toma de muestra; 08/03/1998

RESULTADO DE ENSAYO:

Peso de la muestra de suelo (gr):	0,20
factor de normalidad permanganato	1,113
Volumen de permanganato gastado (cm3)	0,15
materia organica (%)	0,14
Materia organica media en fraccion tamiz nº 10 (%)	0,14
% qe pasa en la granulometría por el tamiz nº 10	25,2
Contenido de materia organica en la muestra (%):	0,28

Contenido de materia organica en la muestra (%): 0,28

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico



Maria Isabel Gil Espejo
Lda. En Ciencias Químicas

El director del Laboratorio



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

**DETERMINACION DE LA AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS AL HORMIGON,
SEGÚN ANEJO 5 EHE**

PETICIONARIO: Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA: Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA: INFORME GEOTÉCNICO

LOCALIZACION: CALICATA 11.3 DE 0,00 A 0,90 M DE PROF

MATERIAL: Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

fecha de toma de muestra; 08/03/1998

	Resultado (ml/kg)	ESPECIFICACIONES SEGUN EHE		
		<i>GRADO DE AGRESIVIDAD</i>		
		<i>DEBIL</i>	<i>MEDIO</i>	<i>FUERTE</i>
Acidez Baumann-Gully	----			
Contenido de sulfatos	15,61	2000 a 6000	6000 a 12000	>12000

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El Tecnico



Maria Isabel Gil Espejo
Lda. En Ciencias Químicas

El director del Laboratorio



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

Nº de INFORME:08/0039

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO Y C.B.R
SEGÚN NORMAS UNE 103.501 Y 103.502**

PETICIONARIO:

Sondeos y Perforaciones Jaren, S.L

OBRA:

Variante de la carretera N-234 entre los p.k 190,1 al 230,4

PROCEDENCIA:

INFORME GEOTÉCNICO

LOCALIZACION:

CALICATA 11.3 DE 0,00 A 0,90 M DE PROF

MATERIAL:

Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

fecha de toma de muestra;

08/03/1998

Densidad máxima

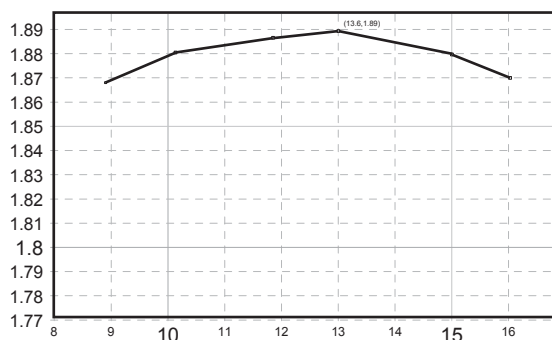
1.89 gr/cm³

Humedad óptima

13.6 %

ENSAYO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO SEGUN UNE 103.501:1994 INDICE C.B.R. EN EL LABORATORIO SEGUN UNE 103.502:1995

(Para obtener el Índice CBR, se compactarán tres moldes con un 25%, 50% y 100% de la energía del Próctor de referencia. La sobrecarga utilizada será de 4,5 Kg.).



PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1.89 g/cm³
Humedad óptima	13.6 %
Compactación (100.00%)	1.89 g/cm³.

Compactación	Densidad	Indice CBR
100 %	1.89 g/cm³	6.7

Indice CBR (100%)	6.7
Hinchamiento (100%)	2.29%
Absorción (100%)	3.16 %

Córdoba, a 13 de Marzo de 1998

El director del Laboratorio

El Tecnico



Maria Isabel Gil Espejo
Lda. En Ciencias Químicas



Natividad Torralbo Romero
I. de Obras Públicas

PARTE N° 2: Cálculo de las cimentaciones de los estribos del puente1. Introducción

En esta parte del anejo geotécnico se procede a la determinación de las acciones de proyecto actuantes sobre las cimentaciones de los estribos y al cálculo geotécnico de las cimentaciones, para comprobar sus dimensiones en planta.

2. Solución de cimentación elegida de estribo

Se elige como tipología de cimentación para ambos estribos la cimentación superficial, de zapata corrida.

Estribo Oeste	Cimentación superficial (Zapata corrida)
Estribo Este	Cimentación superficial (Zapata corrida)

Se elige como terreno óptimo para cimentar, el estrato de gravas cuarcíticas y limos debido a las características geotécnicas referidas en la primera parte de este anejo que lo hacen adecuado.

Se toma como cota de excavación para el plano de la cimentación la cota ortométrica 803,5 m.

Cota de excavación del plano de la cimentación	803,5 m
Rasante terreno Oeste - cota plano de la cimentación	807-803,5=3,5 m
Rasante terreno Este - cota plano de la cimentación	807,7-803,5=4,2 m

Se toma como ancho del plano de cimentación de la zapata un valor de 3 metros acorde con;

-El espesor del muro del estribo, calculado en el anejo VII de cálculo estructural, para dotar de suficiente rigidez a la pared para resistir a compresión compuesta el axil más excéntrico en la situación pésima en ELU y para posibilitar la situación de empuje en reposo del terreno sobre el muro, evitando situaciones no deseadas de empuje pasivo en el trasdós.

-El encaje geométrico del tablero de 26 metros de luz dentro del perfil geotécnico del terreno respetando las servidumbres de seguridad a la socavación en las riberas del cauce del río durante la avenida de proyecto.

Ancho de zapata corrida estribo	3 metros
---------------------------------	----------

3. Determinación de las acciones de cálculo para el proyecto geotécnico

De acuerdo a la GCOC se considerarán las mismas combinaciones de acciones tanto para estados límites últimos como de servicio según el método de cálculo de los coeficientes de seguridad globales.

Las acciones actuantes sobre las cimentaciones no se mejoran ni para ELS ni para ELU geotécnicos. Sus valores de cálculo son idénticos a los utilizados para los ELS estructurales de acuerdo a la IAP.

Acciones: modo de trabajo principal de la cimentación (zapata corrida)

- El PP_{tablero} (con/sin agua en los aligeramientos), el $PP_{\text{estribo(muro+zapata)}}$, $CM_{\text{pavimento}}$ y la CM_{pretiles} con sus valores característicos.

- Las acciones variables quedan definidas a partir de sus valores <de combinación>, frecuente o casi-permanente.

- Búsqueda del axil máximo de cálculo por m.l de cimentación:

* Combinación casi-permanente: $0,2 * (\text{Tren de cargas} + SC_{\text{uso}} + \text{Viento}_{\downarrow})$

Del estudio de las reacciones pésimas resultantes en los apoyos del tablero la combinación que da la mayor reacción en el apoyo más solicitado es:

$$PP_{\text{tablero(con agua)}} + CM_{\text{pavimento}} + CM_{\text{pretiles}} + 0,2 * (TCEB + SC_{\text{semibanda}} + \text{Viento}_{\downarrow})$$

(Siendo, TCEB=Tren de cargas IAP en el extremo del tablero y apeado al borde de la calzada conforme a la disposición prevista en el anejo de Cálculo estructural, $SC_{\text{uso semibanda de losa}}$ =El tablero del puente isostático con solo sobrecarga de uso de la IAP colocada en la mitad de todo el tablero.)

*Combinación característica: $\text{Tren de cargas} + 0,6 * (SC_{\text{uso}} + \text{Viento}_{\downarrow})$

Del estudio de las reacciones pésimas resultantes en los apoyos del tablero la combinación que da la mayor reacción en el apoyo más solicitado es:

$$PP_{\text{tablero(con agua)}} + CM_{\text{pavimento}} + CM_{\text{pretiles}} + TCEB + 0,6 * (SC_{\text{semibanda}} + \text{Viento}_{\downarrow})$$

Combinación de cálculo utilizada por la obtención del axil máximo/m.l
$PP_{\text{tablero(con agua)}} + CM_{\text{pavimento}} + CM_{\text{pretiles}} + TCEB + 0,6 * (SC_{\text{semibanda}} + \text{Viento}_{\downarrow}) + PP_{\text{estribo m.lineal}}$
678,3 KN

- Búsqueda del axil mínimo por metro lineal de cimentación:

*Combinación casi-permanente: El axil mínimo de cálculo vendrá dado por la actuación exclusiva de las cargas permanentes del tablero (sin tráfico).

$$PP_{\text{tablero(sin agua)}} + CM_{\text{pavimento}} + CM_{\text{pretiles}}$$

Combinación de cálculo utilizada por la obtención del axil mínimo/m.l
$PP_{\text{tablero(sin agua)}} + CM_{\text{pavimento}} + CM_{\text{pretiles}} + PP_{\text{estribo metro.lineal}}$
423 KN

-Los momentos de cálculo transmitidos al plano de la cimentación vienen dado por la fuerza característica de frenado y el empuje característico de las tierras del trasdós e intradós. Se distinguen 2 situaciones:

* Combinación característica: $M_{f_K}^{Plano de la cimentación}$

$$F.frenado_K^{metro lineal estribo} * (L) + E_K^{Tierras REPOSO} * (0,33 * l + c) - E_K^{Tierras REPOSO} * (0,33 * l + c)$$

Asumiendo que los empujes hidrostáticos de intradós y trasdós se ven mutuamente anulados. Asumiendo válido el empuje en reposo del terreno contra el muro de estribo debido a su gran rigidez.

Con L= brazo de la fuerza de frenado transmitida al plano de la cimentación=2,5(muro)+1(zapata)+0,5=4 m, con margen del lado de la seguridad.

Momento flector max. de cálculo en el plano de la cimentación
(140/8)*4=70 mKN

*Combinación cuasi-permanente: $M_{f_K}^{Plano de la cimentación}$

Se da cuando el puente no está siendo solicitado a frenadas de vehículos pesados o cuando solo hay tráfico de peatones.

$$E_K^{Tierras REPOSO} * (0,33 * l + c) - E_K^{Tierras REPOSO} * (0,33 * l + c)$$

Al resultar esfuerzos análogos generan un $M_{f_K}^{Plano de la cimentación} = 0 mKN$.

Asumiendo que los empujes hidrostáticos de intradós y trasdós se ven mutuamente anulados.

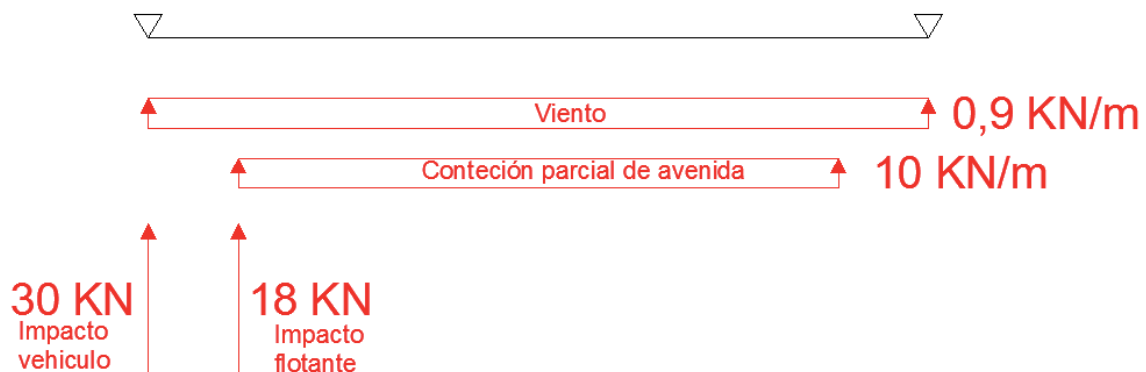
Momento flector min. de cálculo en el plano de la cimentación
0 mKN

Acciones: modo de trabajo accidental de la cimentación (zapata aislada)

El puente puede verse solicitado transversalmente por la acción del viento, un impacto de vehículo y por el impacto de material flotante durante una avenida o la contención parcial de la avenida de proyecto (lámina de agua de poco espesor que forme un pequeño resalto de compuerta junto con ramas).

Existe una situación de proyecto pésima:

*Viento + Impacto de vehículo + Contención de avenida



Acciones transversales características involucradas en la situación pésima.

La combinación pésima resulta una combinación accidental sin sismo de acuerdo a la GCOC, en la que los valores de cálculo de las acciones son los característicos sin mayoración.

En tal combinación de acciones se asumen como posiciones más desfavorables de las acciones las mostradas en la figura superior.

Reacción máxima del tablero sobre el muro
227,6 kN
Momento flector pésimo actuante
$227,6 \cdot (2,5 + 1 + 0,5) = 910,4 \text{ mKN}$

Del lado de la seguridad se asumen como cargas verticales actuantes durante la situación accidental sobre el tablero el $PP_{\text{tablero}}^{\text{sin agua}}$, $CM_{\text{pav.}}$, CM_{pretilas} de manera exclusiva, sin vehículos (conservadoramente).

Axil mínimo actuante
$PP_{\text{tablero}(\text{sin_agua})} + CM_{\text{pavimento}} + CM_{\text{pretilas}} + PP_{\text{estribo metro.lineal}}$
$423 \cdot 8 = 3384 \text{ kN}$

4. Combinaciones de acciones: Situaciones de proyecto

Introducción

Las combinaciones que solicitan a las cimentaciones de los estribos son idénticas para ambos estribos por la naturaleza isostática de la estructura.

De acuerdo al tratamiento de la seguridad a través del método de los coeficientes globales de seguridad al fallo, la GCOC indica agrupar las combinaciones de acciones de proyecto dentro de una de las tres situaciones de proyecto existentes.

Combinaciones: modo de trabajo principal de la cimentación (zapata corrida)

Todas las combinaciones de acciones que afectan a la cimentación de zapata corrida se engloban dentro de la situación de proyecto persistente, pues la geometría, la configuración del terreno y las características geotécnicas representan la cimentación durante un plazo similar al de la vida útil.

Además las combinaciones de acciones consideradas representan las posibles solicitaciones que, pueden ocurrir como consecuencia del uso normal de la estructura.

zapata corrida	situación de proyecto persistente
----------------	-----------------------------------

Combinación 1: Combinación característica

$N_{max} + Mf_{max}$
678,3 KN + 70 mKN

Combinación 2: Combinación casi permanente

$N_{min} + Mf_{max}$
423 KN + 70 mKN

Las otras 2 combinaciones concomitantes a las mostradas resultan más ventajosas desde el punto de vista de cumplimiento de los ELU y los ELS.

Combinaciones: modo de trabajo accidental de la cimentación (zapata aislada)

Todas las combinaciones de acciones que afectan a la cimentación de zapata aislada se engloban dentro de la situación de proyecto accidental.

Además se asume la no interacción entre situación de proyecto persistente y situación de proyecto accidental.

Zapata aislada	Situación de proyecto accidental
----------------	----------------------------------

Combinación pésima: Combinación característica

$N_{min} + Mf_{max}$
3384 KN + 910,4 mKN

5. Comprobación del modo de fallo de hundimiento de la cimentación

Para la comprobación del modo de fallo de las zapatas de los dos estribos se empleará el método de cálculo analítico de Brinch-Hansen indicado en la GCOC con sus respectivos coeficientes de seguridad asociados a las situaciones de proyecto y combinación de acciones.

$$p'_{vh} = q' * N_q * d_q * i_q * s_q + c' * N_c * d_c * i_c * s_c + \frac{1}{2} * \gamma * B^* * N_\gamma * d_\gamma * i_\gamma * s_\gamma$$

Con $c' = 0$, $\phi' = 32^\circ$ para el estrato de gravas cuarcíticas y limos de gran potencia donde se ejecuta el plano de las cimentaciones de los dos estribos.

*Comprobación zapata corrida (modo principal)**Estribo Oeste {Combinación característica}*

-Profundidad del plano de la cimentación; 3,5 m.

-Axil; 678,3 KN , Momento flector , 70 mKN Fuerza horizontal; 17,5 KN

-N.F; 3,5 m por encima del plano de la cimentación (situación más desfavorable).

- $\gamma_{sat} = 19 \text{ KN/m}^3$

- $q' = 9 * 3,5 = 31,5 \text{ KN/m}^2$

- $B^* = 2,75 \text{ m}$, $L=1 \text{ m}$

- $\delta=1,48^\circ$

- $\gamma = \gamma' + 0,6 * (\gamma_{ap} - \gamma') * \frac{h_w}{B^*} = \gamma' = 9 \text{ KN/m}^3$

$$-N_q = 23,17 \text{ , } N_\gamma = 27,71$$

-Los factores de consideración de la resistencia al corte del terreno sobre el plano de apoyo se consideran unitarios del lado de la seguridad, de acuerdo a la GCOC, $d_q = d_\gamma = 1$.

-Los factores de consideración de la inclinación de las cargas toma el valor de $i_q = 0,937$, $i_\gamma = 0,911$.

-Los factores de consideración de la forma de la cimentación toman el valor de $s_q = 1$, $s_\gamma = 1$ acorde al comportamiento de zapata corrida.

$$p'_{vh} = 31,5 * 23,17 * 1 * 0,937 * 1 + \frac{1}{2} * 9 * 2,75 * 27,71 * 1 * 0,911 * 1 = 997,43 \text{ KN/m}^2$$

$$p'_{v \text{ media}} = \frac{V'}{B^* * L} = \frac{678,3 - 35 * 3 * 1}{2,75 * 1} = 208,03 \text{ KN/m}^2$$

$$F_h = \frac{p'_{vh}}{p'_{v \text{ media}}} = 4,8 > F_2^{C.caracteristica} = 2,60 \rightarrow \text{Cumple.}$$

**Estribo Oeste {Combinación casi permanente}*

-Profundidad del plano de la cimentación; 3,5 m.

-Axil; 423 KN , Momento flector , 70 mKN Fuerza horizontal; 17,5 KN

-N.F; 3,5 m por encima del plano de la cimentación (situación más desfavorable).

$$- \gamma_{sat} = 19 \text{ KN/m}^3$$

$$-q' = 9 * 3,5 = 31,5 \text{ KN/m}^2$$

$$-B^* = 2,56 \text{ m, } L=1 \text{ m}$$

$$-\delta=2,4^\circ$$

$$-\gamma = \gamma' + 0,6 * (\gamma_{ap} - \gamma') * \frac{h_w}{B^*} = \gamma' = 9 \text{ KN/m}^3$$

$$-N_q = 23,17 \text{ , } N_\gamma = 27,71$$

-Los factores de consideración de la resistencia al corte del terreno sobre el plano de apoyo se consideran unitarios del lado de la seguridad, de acuerdo a la GCOC, $d_q = d_\gamma = 1$.

-Los factores de consideración de la inclinación de las cargas toma el valor de $i_q = 0,888$, $i_\gamma = 0,843$.

-Los factores de consideración de la forma de la cimentación toman el valor de $s_q = 1$, $s_\gamma = 1$ acorde al comportamiento de zapata corrida.

$$p'_{vh} = 31,5 * 23,17 * 1 * 0,888 * 1 + \frac{1}{2} * 9 * 2,75 * 27,71 * 1 * 0,843 * 1 = 918,29 \text{ KN/m}^2$$

$$p'_{v \text{ media}} = \frac{V'}{B^* * L} = \frac{423 - 35 * 3 * 1}{2,56 * 1} = 124,23 \text{ KN/m}^2$$

$$F_h = \frac{p'_{vh}}{p'_{v \text{ media}}} = 7,4 > F_2^{C.casi \text{ permanente}} = 3,0 \rightarrow \text{Cumple.}$$

**Estribo Este {Combinación característica}*

-Profundidad del plano de la cimentación; 4,2 m.

-Axil; 678,3 KN , Momento flector , 70 mKN Fuerza horizontal; 17,5 KN

-N.F; 4,2 m por encima del plano de la cimentación (situación más desfavorable).

$$-\gamma_{sat} = 19 \text{ KN/m}^3$$

$$-q' = 9 * 4,2 = 37,8 \text{ KN/m}^2$$

$$-B^* = 2,74 \text{ m}, L=1 \text{ m}$$

$$-\delta=1,81^\circ$$

$$-\gamma = \gamma' + 0,6 * (\gamma_{ap} - \gamma') * \frac{h_w}{B^*} = \gamma' = 9 \text{ KN/m}^3$$

$$-N_q = 23,17 \text{ , } N_\gamma = 27,71$$

-Los factores de consideración de la resistencia al corte del terreno sobre el plano de apoyo se consideran unitarios del lado de la seguridad, de acuerdo a la GCOC, $d_q = d_\gamma = 1$.

-Los factores de consideración de la inclinación de las cargas toma el valor de $i_q = 0,934$, $i_\gamma = 0,907$.

-Los factores de consideración de la forma de la cimentación toman el valor de $s_q = 1$, $s_\gamma = 1$ acorde al comportamiento de zapata corrida.

$$p'_{vh} = 37,8 * 23,17 * 1 * 0,934 * 1 + \frac{1}{2} * 9 * 2,74 * 27,71 * 1 * 0,907 * 1 = 1130,07 \text{ KN/m}^2$$

$$p'_{v \text{ media}} = \frac{V'}{B^* * L} = \frac{678,3 - 42 * 3 * 1}{2,74 * 1} = 201,09 \text{ KN/m}^2$$

$$F_h = \frac{p'_{vh}}{p'_{v\text{ media}}} = 5,6 > F_2^{C.característica} = 2,60 \rightarrow \text{Cumple.}$$

**Estribo Este {Combinación casi permanente}*

-Profundidad del plano de la cimentación; 4,2 m.

-Axil; 423 KN , Momento flector , 70 mKN Fuerza horizontal; 17,5 KN

-N.F; 4,2 m por encima del plano de la cimentación (situación más desfavorable).

- $\gamma_{\text{sat}} = 19 \text{ KN/m}^3$

- $q' = 9 * 4,2 = 37,8 \text{ KN/m}^2$

- $B^* = 2,52 \text{ m}$, $L = 1 \text{ m}$

- $\delta = 3,4^\circ$

- $\gamma = \gamma' + 0,6 * (\gamma_{\text{ap}} - \gamma') * \frac{h_w}{B^*} = \gamma' = 9 \text{ KN/m}^3$

- $N_q = 23,17$, $N_\gamma = 27,71$

-Los factores de consideración de la resistencia al corte del terreno sobre el plano de apoyo se consideran unitarios del lado de la seguridad, de acuerdo a la GCOC, $d_q = d_\gamma = 1$.

-Los factores de consideración de la inclinación de las cargas toma el valor de $i_q = 0,881$, $i_\gamma = 0,833$.

-Los factores de consideración de la forma de la cimentación toman el valor de $s_q = 1$, $s_\gamma = 1$ acorde al comportamiento de zapata corrida.

$$p'_{vh} = 37,8 * 23,17 * 1 * 0,881 * 1 + \frac{1}{2} * 9 * 2,52 * 27,71 * 1 * 0,833 * 1 = 1254,30 \text{ KN/m}^2$$

$$p'_{v\text{ media}} = \frac{V'}{B^* * L} = \frac{423 - 42 * 3 * 1}{2,52 * 1} = 117,45 \text{ KN/m}^2$$

$$F_h = \frac{p'_{vh}}{p'_{v\text{ media}}} = 8,8 > F_2^{C.casi permanente} = 3,0 \rightarrow \text{Cumple}$$

*Comprobación zapata aislada (modo accidental)

*Estribo Oeste { Combinación accidental }

-Profundidad del plano de la cimentación; 3,5 m.

-Axil; 3384 KN , Momento flector , 910,4 mKN Fuerza horizontal; 227,6 KN

-N.F; 3,5 m por encima del plano de la cimentación (situación más desfavorable).

$$-\gamma_{sat} = 19 \text{ KN/m}^3$$

$$-q' = 9 * 3,5 = 31,5 \text{ KN/m}^2$$

-B= 3 m, $L^* = 6,31$ (Nota: Cálculo conservador con L=7, sin 0,5+0,5 metros extra ,hasta hacer 8 metros de Largo real de zapata)

$$-\delta=4,91^\circ$$

$$-\gamma = \gamma' + 0,6 * (\gamma_{ap} - \gamma') * \frac{h_w}{B^*} = \gamma' = 9 \text{ KN/m}^3$$

$$-N_q = 23,17 \text{ , } N_\gamma = 27,71$$

-Los factores de consideración de la resistencia al corte del terreno sobre el plano de apoyo se consideran unitarios del lado de la seguridad, de acuerdo a la GCOC, $d_q = d_\gamma = 1$.

-Los factores de consideración de la inclinación de las cargas toma el valor de $i_q = 0,914$, $i_\gamma = 0,915$.

-Los factores de consideración de la forma de la cimentación toman el valor de $s_q = 1,310$, $s_\gamma = 0,857$, acorde al comportamiento de zapata aislada, capaz de movilizar mayor volumen de terreno en su modo de rotura.

$$p'_{vh} = 31,5 * 23,17 * 1 * 0,914 * 1,310 + \frac{1}{2} * 9 * 3,0 * 27,71 * 1 * 0,915 * 0,857 = 1167,69 \text{ KN/m}^2$$

$$p'_{v \text{ media}} = \frac{V'}{B * L^*} = \frac{3384 - 35 * 3 * 7}{3 * 6,31} = 139,87 \text{ KN/m}^2$$

$$F_h = \frac{p'_{vh}}{p'_{v \text{ media}}} = 8,3 > F_3^{C. \text{accidental}} = 2,20 \rightarrow \text{Cumple.}$$

**Estribo Este {Combinación accidental}*

- Profundidad del plano de la cimentación; 4,2 m.
- Axil; 3384 KN, Momento flector, 910,4 mKN Fuerza horizontal; 227,5 KN
- N.F; 4,2 m por encima del plano de la cimentación (situación más desfavorable).
- $\gamma_{\text{sat}} = 19 \text{ KN/m}^3$
- $q' = 9 * 4,2 = 37,8 \text{ KN/m}^2$
- $B = 3 \text{ m}$; $L^* = 6,27$ (Nota: Cálculo conservador con $L=7$, sin 0,5+0,5 metros extra ,hasta hacer 8 metros de Largo real de zapata)
- $\delta = 5,2^\circ$
- $\gamma = \gamma' + 0,6 * (\gamma_{\text{ap}} - \gamma') * \frac{h_w}{B^*} = \gamma' = 9 \text{ KN/m}^3$
- $N_q = 23,17$, $N_\gamma = 27,71$
- Los factores de consideración de la resistencia al corte del terreno sobre el plano de apoyo se consideran unitarios del lado de la seguridad, de acuerdo a la GCOC, $d_q = d_\gamma = 1$.
- Los factores de consideración de la inclinación de las cargas toma el valor de $i_q = 0,909$, $i_\gamma = 0,911$.
- Los factores de consideración de la forma de la cimentación toman el valor de $s_q = 1,312$, $s_\gamma = 0,856$ acorde al comportamiento de zapata corrida.

$$p'_{vh} = 37,8 * 23,17 * 1 * 0,909 * 1,312 + \frac{1}{2} * 9 * 3 * 27,71 * 1 * 0,911 * 0,856 = 1336,45 \text{ KN/m}^2$$

$$p'_{v \text{ media}} = \frac{V'}{B * L^*} = \frac{3384 - 42 * 3 * 7}{3 * 6,27} = 132,96 \text{ KN/m}^2$$

$$F_h = \frac{p'_{vh}}{p'_{v \text{ media}}} = 10 > F_3^{\text{C. accidental}} = 2,20 \rightarrow \text{Cumple}$$

Notas últimas:

- De acuerdo a la CGOC tanto la cimentación del estribo oeste como el estribo este, pueden ser tratados como zapatas pues cumplen:

$$\text{Profundidad zapata} = \max(3,5, 4,2) < 2 * B = 6 \rightarrow \text{Cumple.}$$

- Los cálculos realizados han sido para cimentación con contacto rugoso, junta de hormigón vertido convencional.

6. Comprobación del modo de fallo de deslizamiento de la cimentación

Para la comprobación del modo de fallo de las zapatas de los dos estribos se empleará el método de cálculo indicado en la GCOC con sus respectivos coeficientes de seguridad asociados a las situaciones de proyecto y combinación de acciones.

Esta comprobación se realizará para:

-La combinación casi permanente en el modo de trabajo de zapata corrida en situación persistente de proyecto, pues esta solicitada a la máxima fuerza horizontal con el mínimo axil vertical por metro lineal.

Dicha comprobación se realizará para el caso de la cimentación de zapata corrida del estribo Oeste y para el caso de cimentación de zapata corrida del estribo Este.

-La combinación accidental en el modo de trabajo de zapata aislada en situación accidental de proyecto.

Dicha comprobación se realizará para el caso de la cimentación de zapata corrida del estribo Oeste y para el caso de cimentación de zapata corrida del estribo Este.

El método de cálculo se describe como sigue:

$$F_d = \frac{V' * tg(\phi'_c) + B^* * L^* * c' + R}{H_{solicitante}}$$

Con; $tg(\phi'_c) = 0,8 * tg(\phi') = 0,8 * tg(32^\circ) = 0,49$

(Con junta de hormigón rugosa)

$$c' = 0$$

V' = Resultante vertical efectiva.

**Combinación casipermanente Zapata corrida, estribo Oeste*

$$V' = 423 - 3,5 * 10 * 3 * 1 = 318 \text{ KN}$$

$$H_{solicitante} = 17,5 \text{ KN}$$

$$F_d = \frac{318 * 0,49}{17,5} = 8,9 > F_1^{casi permanente} = 1,50 \rightarrow \text{Cumple}$$

**Combinación casipermanente Zapata corrida, estribo Este*

$$V' = 423 - 4,2 * 10 * 3 * 1 = 297 \text{ KN}$$

$$H_{solicitante} = 17,5 \text{ KN}$$

$$F_d = \frac{297 * 0,49}{17,5} = 8,3 > F_1^{casi\ permanente} = 1,50 \rightarrow \text{Cumple.}$$

**Combinación accidental Zapata aislada, estribo Oeste*

$$V' = 3384 - 3,5 * 3 * 7 = 3279 \text{ KN} \quad (\text{Nota: Cálculo conservador con } L=7, \text{ sin } 0,5+0,5 \text{ metros extra ,hasta hacer 8 metros de Largo real de zapata})$$

$$H_{solicitante} = 227,5 \text{ KN}$$

$$F_d = \frac{3279 * 0,49}{227,5} = 7,3 > F_3^{C.accidental} = 1,10 \rightarrow \text{Cumple.}$$

**Combinación accidental Zapata aislada, estribo Este*

$$V' = 3384 - 4,2 * 10 * 3 * 7 = 3258 \text{ KN} \quad (\text{Nota: Cálculo conservador con } L=7, \text{ sin } 0,5+0,5 \text{ metros extra ,hasta hacer 8 metros de Largo real de zapata})$$

$$H_{solicitante} = 227,5 \text{ KN}$$

$$F_d = \frac{3258 * 0,49}{227,5} = 7 > F_3^{C.accidental} = 1,10 \rightarrow \text{Cumple.}$$

7. Comprobación del modo de fallo de vuelco de la cimentación

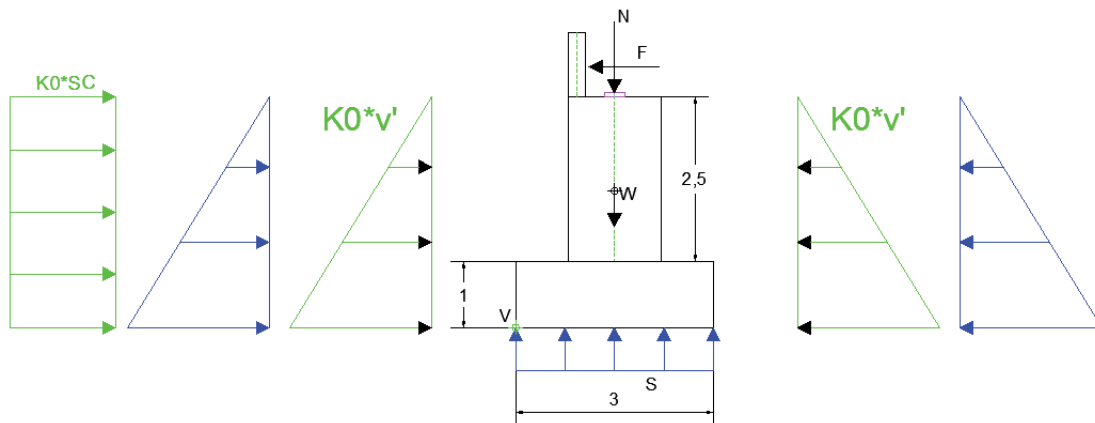
Las cimentaciones de los estribos del puente son susceptibles de estudio por modo de fallo por vuelco en el modo de trabajo de zapata corrida y en el modo de trabajo de zapata aislada.

Aunque los estribos Oeste y Este prevén excavaciones de 3,5 y 4,2 metros sobre la rasante del terreno fijada a la 807 m , sus planos de las cimentaciones están fijados a la misma cota, la 803 ,este hecho unido a un terreno plano posibilita reducir el estudio del vuelco a un solo estribo genérico representativo del caso del estribo izquierdo y del estribo derecho.

El análisis del modo de fallo por vuelco quedará resuelto, de acuerdo a lo prescrito en la GCOC, mediante el método de vuelco rígido con sus coeficientes de seguridad asociados.

Las combinaciones de acciones actuantes en las situaciones de proyecto casi permanente, característica y accidental en zapata corrida y zapata aislada respectivamente se describen a continuación.

*Combinación característica: “Situación conservadora de frenado”



Con -V=Axil mínimo neopreno de apoyo=273 KN

-F=Fuerza de frenado característica=17,5 KN/m.l

-W= (3*1+2,5*1,4)*25=162,5 KN/m.l

- S= (3*1)*3,5*10=105 KN/m.l

Empujes del terreno sobre trasdós e intrasdós virtuales autoanulados.

Debido a la cercanía del cauce del río y la permeabilidad media-buena del terreno el N.F queda fuertemente marcado por el nivel del río y además se mantiene al mismo nivel en trasdós e intrados por lo que los empujes hidrostáticos del agua quedan anulados.

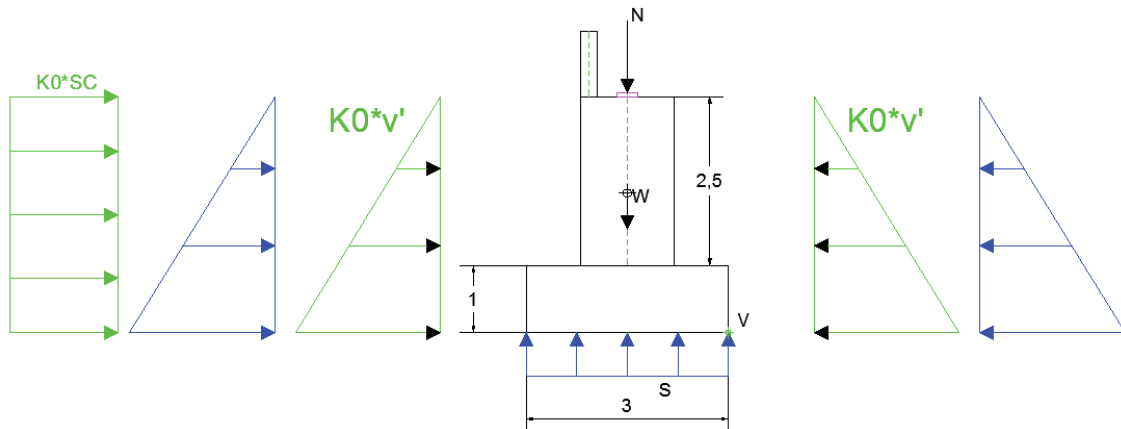
$$- E_{\text{sobrecarga firme acceso}}^{\text{Estado de empuje en reposo}} = H_{\text{muro}} * K_0 * SC_{\text{firme}}^{\text{característica}} = 2,5 * 0,47 * 10 = 11,75 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

(Para suelos granulares como el estudiado es válida la expresión de

de Jacky $k_0 = 1 - \text{sen}(32) = 0,47$)

$$F_v = \frac{\sum M_{\text{estab.}}}{\sum M_{\text{volcadores}}} = \frac{273 * 1,5 + 162,5 * 1,5 + 11,75 * (\frac{3,5}{2})}{17,5 * 3,5 + 105 * 1,5} = 3,1 > F_2^{\text{Característica}} = 1,80$$

*Combinación casi permanente: “Situación de aproximación conservadora”



Con $-V = \text{Axil mínimo neopreno de apoyo} = 273 \text{ KN}$

$$-W = (3 \cdot 1 + 2,5 \cdot 1,4) \cdot 25 = 162,5 \text{ KN/m.l}$$

$$-S = (3 \cdot 1) \cdot 3,5 \cdot 10 = 105 \text{ KN/m.l}$$

Empujes del terreno sobre trasdós e intrasdós virtuales autoanulados.

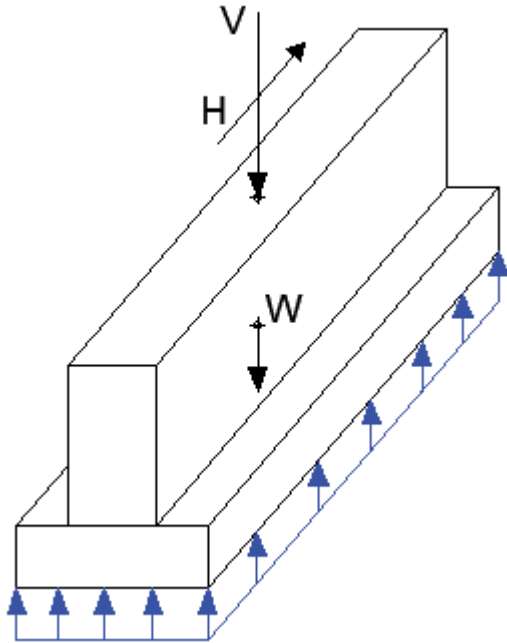
Debido a la cercanía del cauce del río y la permeabilidad media-buena del terreno el N.F queda fuertemente marcado por el nivel del río y además se mantiene al mismo nivel en trasdós e intrasdós por lo que los empujes hidrostáticos del agua quedan anulados.

$$-E_{\text{Firme acceso+vehículo}}^{\text{Estado de empuje en reposo}} = H_{\text{muro}} \cdot K_0 \cdot SC_{\text{firme}}^{\text{característica}} = 2,5 \cdot 0,47 \cdot 30 = 35,25 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

(Para suelos granulares como el estudiado es válida la expresión de de Jacky $k_0 = 1 - \sin(32) = 0,47$)

$$F_v = \frac{\sum M_{\text{estab.}}}{\sum M_{\text{volcadores}}} = \frac{273 \cdot 1,5 + 162,5 \cdot 1,5}{35,25 \cdot \left(\frac{3,5}{2}\right) + 105 \cdot 1,5} = 2,98 > F_1^{\text{Casi.permanente}} = 2,0$$

*Combinación accidental (modo de trabajo zapata aislada)



Con - $V+W$ =Axil resultante cargas permanentes tablero y estribo=3384 KN

- $H=227,6$ KN

- $S=7*3*10*3,5=735$ KN (Nota: Cálculo conservador con $L=7$, sin 0,5+0,5 metros extra ,hasta hacer 8 metros de Largo real de zapata)

Empujes del terreno en reposo sobre paramentos laterales se autoanulan.

Debido a la cercanía del cauce del rio y la permeabilidad media-buena del terreno el N.F queda fuertemente marcado por el nivel del rio y además se mantiene al mismo nivel en trasdós e intrados por lo que los empujes hidrostáticos del agua quedan anulados.

$$F_v = \frac{\sum M_{estab.}}{\sum M_{volcadores}} = \frac{3384 * 3,5}{227,6 * 3,5 + 735 * 3,5} = 3,51 > F_3^{Accidental} = 1,50$$

8. Comprobación del cumplimiento del estado límite de servicio de asientos y giros.

En este apartado se pasa a comprobar el cumplimiento del estado límite de asientos en las cimentaciones superficiales de los estribos.

Para realizar el cálculo de asientos y giros del terreno hacemos uso de los datos de deformabilidad del terreno que poseemos, $E' = 29840 \text{ KN/m}^2$.

De acuerdo a la GCOC si no se posee información fehaciente respecto al módulo de poisson puede admitirse $\nu=0,3$, para suelos granulares como es el caso del estrato donde se cimienta el estribo, gravas cuarcíticas y limos.

Si el terreno se encuentra saturado por debajo del plano de la cimentación pero su consolidación no requiere tiempo, el método elástico es válido, de acuerdo a lo indicado en la GCOC.

Ya que de acuerdo a la GCOC en zapatas rígidas, como es el caso de las cimentaciones superficiales de los estribos, la interacción suelo-estructura se reduce a una transmisión lineal de presiones del suelo a la estructura, para el cálculo de asientos y giros se emplearán las formulas del método elástico en terreno drenado para zapatas rígidas.

Una vez utilizado el método elástico enunciado en la GCOC se asumirá el apunte realizado en la guía de suponer que el asiento real variará en el siguiente rango:

$$S_{real} \in \left\{ \frac{S_{calculado}}{2}, 2 * S_{calculado} \right\}$$

Fórmula GCOC Asiento Zapatas rígidas $\rightarrow s = \frac{V*(1-\nu^2)}{1,25*E*\sqrt{B*L}}$

Con:

-V=Axil vertical, en la hipótesis pésima para el cálculo de asientos, en la que una sequía extrema rebaja el nivel freático por debajo del plano de la cimentación y la subpresión es nula.

- ν =Módulo de poisson del terreno de gravas cuarcíticas y limos=0,3

-E= Módulo de elasticidad del terreno=29840 KN/m²

-B=Dimensión ancho cobaricentrico de la zapata rígida.

-L=Dimensión largo cobaricentrico de la zapata rígida.

Asientos superficiales							
Zapata corrida					Rango		
B* (m)	L (m)	V (KN/m.l)	S_calculado		S_calc/2		2*S_calc
2,75	1	678,3	0,997902316 cm		0,498951 cm		1,995804632 cm
2,56	1	423	0,644989946 cm		0,322495 cm		1,289979893 cm
2,74	1	678,3	0,999721647 cm		0,499861 cm		1,999443295 cm
2,52	1	423	0,65008876 cm		0,325044 cm		1,300177521 cm
Zapata aislada					Rango		
B (m)	L (m)	V (KN)	S_calculado		S_calculado/2		2 * S_calculado
3	6,31	3384	1,897525443 cm		0,948763 cm		3,795050886 cm
3	6,27	3384	1,903568533 cm		0,951784 cm		3,807137066 cm

Se concluye que en el modo de trabajo principal de la zapata como zapata corrida los asientos esperables se encuentran por debajo del asiento máximo admisible recomendado por la GCOC de 2,5 cm para zapatas aisladas, incluso dentro de los rangos con asientos mayorados, luego cumple.

Al mismo tiempo en el modo de trabajo de la zapata como zapata aislada en la situación de proyecto accidental los asientos estimados mayorados se encuentran dentro del rango 2,5-5 cm recomendado para zapatas intermedias entre aisladas y losas, luego cumple.

Finalmente no habrá daño significativo sobre la estructura de acuerdo a los asientos esperados en las situaciones de proyecto geotécnico.

Nota: L=7 m tomado en zapata aislada ,conservadoramente.

Fórmula GCOC Giro Zapatas rígidas corridas $\rightarrow \theta = \frac{16*(1-\nu^2)}{\pi*E*B} * m$

Con:

-m=M/l= momento de cálculo=mKN

-v=Modulo de poisson del terreno de gravas cuarcíticas y limos=0,3.

-E= Módulo de elasticidad del terreno=29840 KN/m2.

-B=Dimensión ancho cobaricentrico de la zapata rígida.

Giro de la cimentación					Rango	
Zapata corrida						
B* (m)	L (m)	m (mKN/m)	θ(rad)		0,9*θ(rad)	1,1*θ(rad)
2,75	1	70	0,003953		0,00355811	0,0043488
2,56	1	70	0,004247		0,00382219	0,0046716
2,74	1	70	0,003968		0,0035711	0,0043647
2,52	1	70	0,004314		0,00388286	0,0047457

Desplazamiento horizontal				Rango	
Zapata corrida					
B* (m)	L (m)	H (KN/m)		0,9* δ (cm)	1,1* δ (cm)
2,75	1	17,5	0,035365 cm	0,0318284	0,03890143
2,56	1	17,5	0,036654 cm	0,0329884	0,0403192
2,74	1	17,5	0,035429 cm	0,0318865	0,03897235
2,52	1	17,5	0,036944 cm	0,0332492	0,04063794

Se concluye que al arrojar resultados de desplazamiento máximo de las cimentaciones de la estructura en todas las situaciones de proyecto geotécnico inferiores a 0,5 cm, el desplazamiento máximo esperable no es susceptible de causar daños significativos sobre la estructura en su conjunto.

9. Comprobación del estado límite de utilización del cierre de junta del tablero con el peto trasero del estribo

Con objeto de garantizar la independencia del funcionamiento de los estribos y del tablero y la no transferencia de ninguna clase de esfuerzos horizontales del estribo al tablero se garantizará la abertura de junta estribo-tablero a través de las recomendaciones indicadas por la GCOC:

- La amplitud de la junta será al menos igual al 0,4% de la altura total del muro, $0,04 \cdot 2,5 = 0,1$, de 10 cm.
- Se ejecutara el peto y el relleno del trasdós del referido peto, al final del proceso constructivo.
- Con la salvedad efectuada para el peto, se ejecutará el trasdosado del resto del estribo antes de construir el tablero de manera que, cuando éste se haya ejecutado, se hayan producido ya la mayor parte de los movimientos del estribo.

Anejo IX: Descripción y cálculo de los caminos de acceso, Explanada, Firmes, Drenaje, Firme tablero

Anejo IX Descripción y cálculo de los caminos de acceso, Explanada Firmes, Drenaje, Firme tablero

Introducción

En el presente anejo se pasa a describir los cálculos realizados para la descripción geométrica y geotécnica (explanadas) de los caminos de acceso.

Se describen también las secciones de firme y los sistemas de drenaje superficial de los caminos de acceso.

1. Cota de la rasante de las vías de la infraestructura (Alzado de las vías)

Se decide por condicionantes de gálibo, de comportamiento hidráulico del río durante la avenida de proyecto estudiado en el anejo IV hidrológico, así como por la topografía plana del perfil longitudinal de la obra y el encaje geotécnico de los estribos; la cota de rasante del terreno en el lado con menos recorrido de rasante (margen oeste del río), es decir 807 m, como la cota sobre la que se levantará el tablero sobre los apoyos. Se definen así las cotas en alzado de las vías de la obra acceso+tablero+acceso.

Cota terreno margen Oeste (plano)	807 m (Terraplén de terreno)
Terraplén (807,00 m → 808,01 m) Pendiente lineal	
Cota rasante puente	$807+0,063+0,9+0,05=808,01\text{m}$
Pequeña trinchera (808,01m → 808,4 m) Pendiente lineal	
Cota terreno margen Este	807,7 → 808,4 m (Desmonte de Terreno)

Nota: Debido al reducido movimiento de tierras no resulta necesario la confección de una guitarra, incluyéndose las mediciones de los volúmenes a desmontar para rellenar en el documento mediciones y presupuesto.

Nota: La altimetría de la rasante de las vías queda referida en los planos de planta y perfil del conjunto de la obra.

2. Geometría de las vías (Planta de las vías)

La geometría de las vías está claramente simplificada con respecto a las recomendaciones de la instrucción 3.1 IC trazado, pues por su rebajada velocidad de proyecto, que se fija en 15 Km/h por dar acceso a un camino rural, no requiere de rectas de adelantamiento, ni consideraciones de distancias de visibilidad o peraltes en trazados curvos con radio holgado.

Parámetros geometría en planta camino de acceso oeste	
Enlace con	N-234
Pendiente longitudinal	2,7 %
Alineación	curva
Radio de la alineación en planta	66 metros
Disposición calzada	2 Carril(3m)+2 arcén(0,5m)+cunetas
Ancho calzada	7 m
Longitud rasante exterior	22,30 m
Longitud eje calzada	20,40 m
Longitud rasante interior	18,50 m
Bermas	si de ancho 0,5 m
Trazado	En desmonte somero

Parámetros geometría en planta alineación tablero	
Enlace con	N-234/ Camino rural GR-160
Pendiente longitudinal	0%
Alineación	Recta
Disposición calzada	2 Carril(3m)+2 arcén(0,5m)+cunetas
Ancho calzada	7 m
Longitud eje calzada	26 m

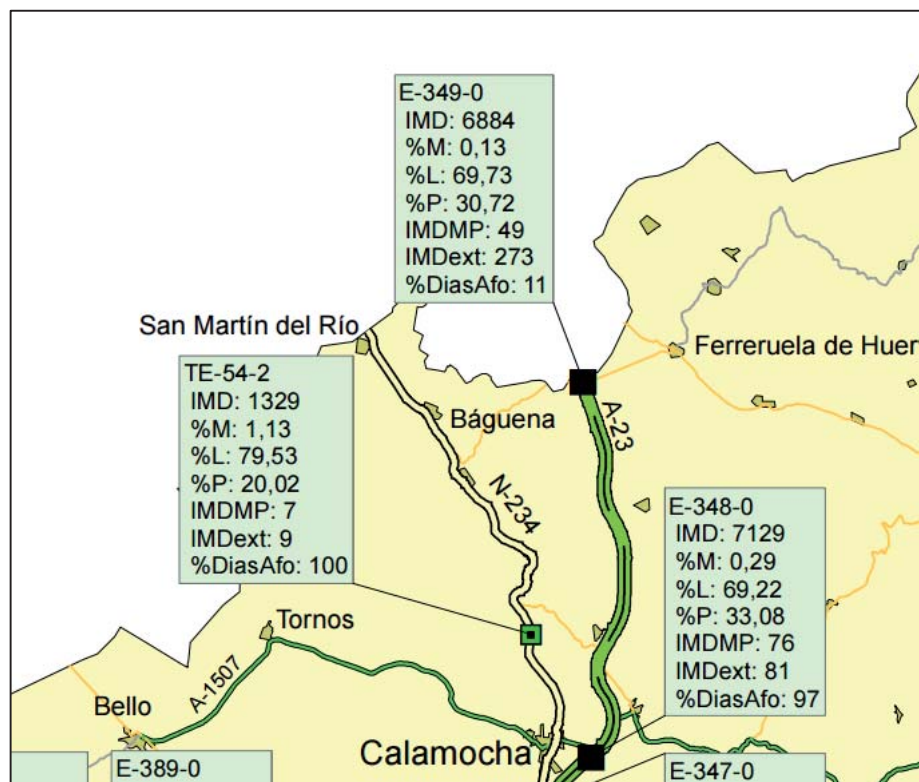
Parámetros geometría en planta camino acceso este	
Enlace con	Camino rural GR-160
Pendiente longitudinal	14,6 %
Alineación	Recta
Longitud eje calzada	7,5 m
Disposición calzada	2 Carril(3m)+2 arcén(0,5m)+cunetas
Ancho calzada	7 m
Bermas	Si de ancho 0,5 m
Trazado	En terraplén

3. Cálculo de la categoría de tráfico pesado

Para el cálculo de la categoría de tráfico de los accesos estudiados como carreteras de aquí en adelante es necesario el cálculo de la IMD de vehículos pesados (IMDp).

El cálculo de la IMDp de los caminos de acceso se realizará de manera simplificada por tratarse de vías con tráfico pesado muy reducido.

Como aproximación para su cálculo se procedió a acceder a los datos oficiales de los mapas de tráfico por provincias de la Dirección General de Carretas del Ministerio de Fomento de España.



Zona de interés {Baguena-Burbáguena-Luco Jiloca} Mapa de tráfico Teruel, Datos actualizados 31/12 2012

Como estación representativa de los datos se tomó la estación de aforo secundaria TE-54-2. A este efecto se recoge como datos significativos las $IMD(Total)=1329$ y la $IMDp(Total)=1329*0,2002=266$.

Una vez realizada la primera aproximación de la IMDp de diseño de los caminos de acceso al nuevo puente en Burbáguena en estudio, se procedió a realizar una segunda y última aproximación del parámetro como sigue.

Teniendo en cuenta el uso principalmente rural destinado a la industria agrícola y ganadera local así como a los servicios citados en la memoria de este proyecto, se estima que únicamente participarán de uso un 35% de los vehículos pesados aforados en la N-234 en el tramo en estudio.

Así IMD_p (Total)=133 y la IMD (por carril)=57. Entrando en la tabla de la Norma de obligado cumplimiento en nuevas carreteras 6.1 IC.

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMD_p (vehículos pesados/día)	$\geq 4\,000$	$< 4\,000$ $\geq 2\,000$	$< 2\,000$ ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMD_p (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Resulta una categoría de tráfico pesado T32.

Categoría de tráfico pesado (6.1IC)	T32
-------------------------------------	-----

4. Elección del material de explanada bajo el firme de los accesos

La determinación de las capas de explanada se realiza teniendo en cuenta las características vigentes de los materiales empleables en terraplenes y desmontes de carreteras, según el PG-3 Parte N^a 3 Excavaciones, art. 330, art.320 y art.321.

De acuerdo a las indicaciones de:

- Puesta en obra
- Estabilidad satisfactoria de la obra de explanación
- Deformabilidades, de los materiales granulares de este proyecto, tolerables a largo plazo para las condiciones de servicio fijadas por la IMD , IMD_p y módulos de deformación del terreno mínimos.

Se selecciona el nivel superior de arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra como suelo adecuado, de acuerdo al cumplimiento de las características intrínsecas de este material para su empleabilidad en terraplenes y desmontes. Se muestran las prescripciones del material acompañados de las características propias, una vez ensayado y descritas las características geotécnicas del material en el Anejo VIII proyecto geotécnico del presente proyecto.

Características prescritas norma PG-3	Características nivel superficial
%MO < 1%	0,3 %
% SS (NLT114)<0,2 %	0,00 %
Tamaño máximo de árido< 100 mm	50 mm
#2 (UNE) %Pasa <80 %	73,7 %
#0,080 (UNE) %Pasa <35 %	31,5 %
LL (UNE 103103)<40	21

Nivel superficial	Tipo de suelo (PG-3)
Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra	Suelo adecuado

5. Condiciones de empleo y grado de compactación de las arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

El suelo adecuado de acuerdo a la campaña geotécnica, descrita en el anejo VIII, llevada a cabo para su caracterización presenta los siguientes parámetros característicos en laboratorio y en obra.

Parámetros característicos	
E_{V2} (NLT 357/98) (Condiciones drenadas permanentes en Obra)	64 Mpa
E_{V2}/E_{V1} (En Obra)	1,36
CBR 100 % Humedad óptima Proctor modificado	6,7>5 *
100% γ_d Proctor modificado	1,89 g/cm ³
H _{Proctor modificado} H _{óptima}	13,6 %
Categoría suelo (En Obra)	No colapsable
$\gamma_{Saturado}$ (En Obra)	1,95 g/cm ³

*El CBR del suelo adecuado empleado se colocará in situ compactado con un CBR > 5 que lo hace apto para cimiento, núcleo y coronación.

*La capa superior de las empleadas para la formación de la explanada formada por suelo adecuado deberá tener CBR>6.Misma condición de CBR min para capas de explanada categoría E1 sobre suelo adecuado.

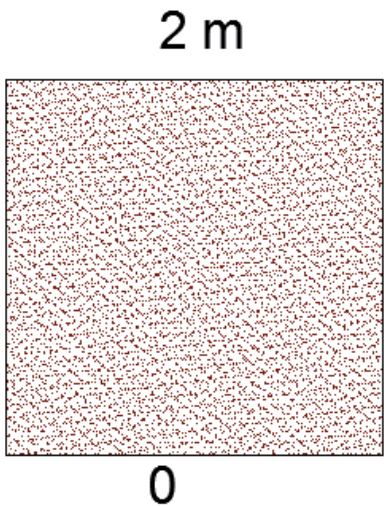
El suelo adecuado elegido para su empleabilidad en las explanadas de terraplenes y desmontes de los caminos de acceso deberá conseguir una densidad seca después de la compactación en obra del $100 \% * \gamma_d^{P.M}$ para satisfacer los requisitos de su empleabilidad en zona de cimiento, núcleo y coronación.

6. Tipo de explanada

Se elegirá el suelo adecuado tanto para el terraplén del acceso oeste como para el desmonte del acceso este para formar una explanada de una sola capa de 1 metro de espesor mínimo, de acuerdo a la tabla de formaciones de explanada de la norma 6.1 IC.

	SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)
E1 $E_{vd} \geq 60 \text{ MPa}$	<p>Diagram showing soil layers for E1 category under 'SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)'. It includes layers labeled '1', 'S-EST1', '2', '1', '2', '0', '0', '0' with various thicknesses (100, 30, 50, 35, 60, 25, 45, 70) and 'IN' labels.</p>	<p>Diagram showing soil layers for E1 category under 'SUELOS TOLERABLES (0)'. It includes layers labeled '1', '0', 'S-EST1', '2', '0' with thicknesses (60, 25, 45) and '0' labels.</p>	<p>Diagram showing soil layers for E1 category under 'SUELOS ADECUADOS (1)'. It includes a layer labeled '1' with a thickness of 'min 100'.</p>

De acuerdo a la imposibilidad de ejecución de losa de transición por ausencia de espacio suficiente se ejecutará a efecto sustitutivo, de acuerdo a la experiencia de autores en la bibliografía especializada, un doble espesor de la explanada mínima resultante de la instrucción 6.1 IC, resultando una explanada de 2 metros de espesor formada por suelo adecuado de arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra extendidas y compactadas, reducido en el espesor del firme.



Suelo Adecuado

- Arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra.
- Espesor 2 metros
- En explanación excavada en el camino de acceso Este.
- En explanación en terraplén en el camino de acceso Oeste.

No se justifica necesario la utilización de una explanación de mayor capacidad portante tipo E2 o E3, por tratarse de una carretera convencional con categoría de tráfico pesado T32 baja.

No se justifica necesario el cumplimiento de una deflexión patrón máxima por tratarse de una carretera con categoría de tráfico pesado T32.

7. Proceso de ejecución de las obras de las explanaciones

Camino acceso Este

No será preciso retirar capa de cobertura vegetal ni desbrozamiento por su inexistencia.

Se excavarán 2,40 metros de terreno del estrato de suelo superficial, hasta el contacto con las gravas cuarcíticas.

Se escarificará el terreno del fondo de la excavación de acuerdo a las prescripciones indicadas en art. 302 “Escarificación y compactación” del PG-3.

Debido a la naturaleza granulométrica de gruesos del terreno de relleno y a la presencia cercana del estrato inferior de gravas cuarcíticas drenantes no será preciso disponer ningún tipo de material geotextil ni material grueso entre el fondo de la excavación y la primera tongada, ni sucesivas.

El terreno excavado se acopiará en las inmediaciones y debido a la presencia del nivel freático alto por la presencia cercana del cauce del río se dejará secar por oreo o secado natural por un plazo de 3-4 días, apto al aplicarse a un material de relleno granular.

En caso de acumulación de agua en la zanja, se extraerá con bomba de achique previamente a la extensión y compactación de la primera tongada.

Se refieren dos depósitos de tierras en las inmediaciones al acceso Este, formado por vertido natural de 6-6,5 m de radio y 3-3,5 metros para el acopio completo de los rellenos previamente excavados (300-310 m³).

Si fuera necesario se hará uso de camiones bañera para el acopio transitorio.

Se comenzará la extensión de la primera tongada de cimiento sobre el fondo de la excavación preparada.

Las tongadas serán de un espesor uniforme de 30 cm de acuerdo a las recomendaciones del PG-3.

Se procederá a la humectación uniforme con tractor remolcador de cuba de riego de la tongada. Posteriormente se realizará una pasada de escarificación.

Previamente a la compactación, tras la extensión se nivelará con motoniveladora o medios afines la superficie de cada tongada.

Se comenzarán las pasadas por los bordes del relleno en la excavación para conseguir un efecto de confinamiento en la parte central del relleno.

Se dará a la explanación un bombeo doble con una pendiente del 2% para evitar la erosión en caso de precipitación durante los trabajos de extensión y compactación de las tongadas.

El material extendido será a la mayor brevedad compactado.

Se solaparán los pases de la excavación, para conseguir un efecto de compactación uniforme sobre la capa de tongada.

Se suspenderán los trabajos de compactación cuando la temperatura descienda por debajo de los 2°C.

Si se utilizan equipos vibrantes en la compactación las últimas pasadas de la última tongada deberá realizarse con equipos de presión estática con el fin de cerrar la tongada

La excavación de los rellenos del camino de acceso este se designan como no clasificada, de acuerdo a las prescripciones derivadas del PG-3, no necesiéndose un control por parte del contratista de las prescripciones técnicas de los materiales de la excavación, dirigido al director de obra para su aprobación, en virtud del tamaño reducido de los trabajos y la uniformidad de los materiales excavados empleables.

La explanada se dispondrá con una pendiente longitudinal del 2% para el correcto funcionamiento del drenaje de la vía.

Se consultará las columnas tipo de explanación indicada en este anejo para el camino de acceso este.

Camino acceso Oeste

No será preciso retirar capa de cobertura vegetal ni desbrozamiento por su inexistencia.

Se excavarán 0,9 metros de terreno del estrato de suelo superficial, hasta el contacto con las gravas cuarcíticas.

Se escarificará el terreno del fondo de la excavación de acuerdo a las prescripciones indicadas en art. 302 “Escarificación y compactación” del PG-3.

Debido a la naturaleza granulométrica de gruesos del terreno de relleno y a la presencia cercana del estrato inferior de gravas cuarcíticas drenantes no

será preciso disponer ningún tipo de material geotextil ni material grueso entre el fondo de la excavación y la primera tongada, ni sucesivas.

El terreno excavado se acopiará en las inmediaciones y debido a la presencia del nivel freático alto por la presencia cercana del cauce del río se dejará secar por oreo o secado natural por un plazo de 3-4 días, apto para un material de relleno granular.

En caso de acumulación de agua en la zanja, se extraerá con bomba de achique previamente a la extensión y compactación de la primera tongada.

Se refiere un depósito de tierras en las inmediaciones al acceso Oeste, formado por vertido natural de 3-3,5 m de radio y 2-2,5 metros para el acopio completo de los rellenos previamente excavados (35-40 m³).

Se comenzará la extensión de la primera tongada de cimienta sobre el fondo de la excavación preparada.

Las tongadas serán de un espesor uniforme de 30 cm de acuerdo a las recomendaciones del PG-3.

Se procederá a la humectación uniforme con tractor remolcador de cuba de riego de la tongada. Posteriormente se realizará una pasada de escarificación.

Previamente a la compactación, tras la extensión se nivelará con motoniveladora o medios afines la superficie de cada tongada.

Se compactarán capas de tongadas sucesivas en una altura de 0,9 metros hasta llegar desde el fondo del cimienta de la explanación a la rasante del terreno a la cota 807 metros.

Se seguirán extendiendo tongadas de espesor 30 cm hasta completar un relleno de 1 metro de altura.

Se consultará las columnas tipo de explanación indicada en este anejo para el camino de acceso oeste.

Se dará a la explanación un bombeo doble con una pendiente del 2% para evitar la erosión en caso de precipitación durante los trabajos de extensión y compactación de las tongadas.

El material extendido será a la mayor brevedad compactado.

Se solaparán los pases de la excavación, para conseguir un efecto de compactación uniforme sobre la capa de tongada.

Se suspenderán los trabajos de compactación cuando la temperatura descienda por debajo de los 2°C.

Si se utilizan equipos vibrantes en la compactación las últimas pasadas de la última tongada deberá realizarse con equipos de presión estática con el fin de cerrar la tongada

La excavación de los rellenos del camino de acceso oeste se designan como no clasificada, de acuerdo a las prescripciones derivadas del PG-3, no necesitándose un control por parte del contratista de las prescripciones técnicas de los materiales de la excavación, dirigido al director de obra para su aprobación, en virtud del tamaño reducido de los trabajos y la uniformidad de los materiales excavados empleables.

La explanada se dispondrá con una pendiente longitudinal del 2% para el correcto funcionamiento del drenaje de la vía.

8. Interacción nivel freático- capas explanación

La presencia del nivel freático en las capas altas de los estratos de gravas cuarcíticas y de arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra por la presencia cercana del río implica una saturación directa o por capilaridad de los suelos granulares implicados.

Las recomendaciones del PG-3 en su parte de explanadas indican una distancia mínima entre la cota de la explanada y el máximo nivel de la capa freática de 80 cm para el caso de este proyecto, en el que el macizo de apoyo está formado por suelo adecuado. Esta condición no puede ser cumplida debido a los condicionantes de máxima pendiente de rasante en el camino de acceso oeste y al adecuado enlace de la rasante del camino de acceso este. Como medidas accesorias se indica la colocación de una capa drenante en el fondo del cimiento de la explanación, medida adoptada debido al carácter natural del sustrato de gravas cuarcíticas altamente permeables que actúan de dren permitiendo la evacuación de la presión de poro inducida por el agua que pueda filtrarse a través del firme o de las cunetas.

9. Firme de los caminos de acceso

De acuerdo a la categoría de la explanada, proyectada tanto en explanación en excavación en el camino de acceso este, como en explanación en terraplén en el camino de acceso oeste y a la categoría de tráfico pesado asignada a los caminos resultan aptos, de acuerdo a la instrucción 6.1 IC, los paquetes de firmes 3211, 3212 y 3214.

A juicio del proyectista se decide elegir para su ejecución la sección de firme 3212 constituida por 12 cm, extendidos a 16 cm de mezclas en caliente bituminosas y 30 cm de suelocemento.



Figura 2.2 Instrucción 6.1 IC: Secciones de firmes

Mezclas Bituminosas en caliente

Se procede a designar los espesores de las capas de rodadura, intermedia y base de acuerdo con la vigente norma UNE-EN 13108-1, coincidente en espesores y características de los materiales de las tipologías de mezclas bituminosas (hormigón bituminoso, tamaño máximo de árido, ligante hidrocarbonado y granulometría) con la norma 6.1 IC pero con nomenclatura actualizada al marco europeo.

TABLA 542.10 - TIPO DE MEZCLA A UTILIZAR EN FUNCIÓN DEL TIPO Y ESPESOR DE LA CAPA

TIPO DE CAPA	ESPESOR (cm)	TIPO DE MEZCLA	
		Denominación UNE-EN 13108-1(*)	Denominación anterior
RODADURA	4 - 5	AC16 surf D AC16 surf S	D12 S12
	> 5	AC22 surf D AC22 surf S	D20 S20
INTERMEDIA	5-10	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S	D20 S20 S25
		AC 22 bin S MAM (**)	MAM(**)
		AC32 base S AC22 base G AC32 base G	S25 G20 G25
BASE	7-15	AC 22 base S MAM (***)	MAM(***)
ARCENES(****)	4-6	AC16 surf D	D12

(*) Se ha omitido en la denominación de la mezcla la indicación del tipo de ligante por no ser relevante a efectos de esta tabla.

(**) Espesor mínimo de seis centímetros (6 cm).

(***) Espesor máximo de trece centímetros (13 cm).

(****) En el caso de que no se emplee el mismo tipo de mezcla que en la capa de rodadura de la calzada.

Figura norma UNE-EN 13108-1

Se indican las indicaciones sobre la nomenclatura de la norma en aplicada.

La designación de las mezclas bituminosas seguirá por lo tanto el esquema siguiente:

AC	D	surf/bin/base	ligante	granulometría
----	---	---------------	---------	---------------

Donde:

- AC** indica que la mezcla es de tipo hormigón bituminoso.
- D** es el tamaño máximo del árido, expresado como la abertura del tamiz que deja pasar entre un noventa y un cien por cien (90% y 100%) del total del árido.
- surf/bin/base** se indicará con estas abreviaturas si la mezcla se va a emplear en capa de rodadura, intermedia o base, respectivamente.
- ligante** se debe incluir la designación del tipo de ligante hidrocarbonado utilizado.
- granulometría** se indicará con la letra D, S o G si el tipo de granulometría corresponde a una mezcla densa (D), semidensa (S) o gruesa (G) respectivamente. En el caso de mezclas de alto módulo se añadirán además las letras MAM.

Figura norma UNE-EN 13108-1

Para la identificación de la granulometría como densa, semidensa o gruesa se atiende a los criterios señalados en el PG-3.

TABLA 542.9 - HUSOS GRANULOMÉTRICOS. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

TIPO DE MEZCLA (*)		ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)									
		45	32	22	16	8	4	2	0,500	0,250	0,063
Densa	AC16 D	-	-	100	90-100	64-79	44-59	31-46	16-27	11-20	4-8
	AC22 D	-	100	90-100	73-88	55-70		31-46	16-27	11-20	4-8
Semidensa	AC16 S	-	-	100	90-100	60-75	35-50	24-38	11-21	7-15	3-7
	AC22 S	-	100	90-100	70-88	50-66		24-38	11-21	7-15	3-7
	AC32 S	100	90-100		68-82	48-63		24-38	11-21	7-15	3-7
Gruesa	AC22 G	-	100	90-100	65-86	40-60		18-32	7-18	4-12	2-5
	AC32 G	100	90-100		58-76	35-54		18-32	7-18	4-12	2-5

(*) A efectos de esta tabla, para designar el tipo de mezcla, se incluye sólo la parte de la nomenclatura que se refiere expresamente al huso granulométrico (se omite por tanto la indicación de la capa del firme y del tipo de betón).

- Para la formulación de mezclas bituminosas en caliente de alto módulo (MAM) se empleará el huso AC22S con las siguientes modificaciones, respecto a dicho huso granulométrico: tamiz 0,250: 8-15; y tamiz 0,063: 5-9.

Figura PG-3 8 (Ministerio de Fomento de España)

En virtud de las exigencias de la normativa se dispone de una mezcla bituminosa formada por:

Tipo de capa	Espesor	Nomenclatura
Capa de base	7 cm	AC 22 Base B60/70 G
Capa intermedia	5 cm	AC 22 Bin B60/70 D
Capa de rodadura	4 cm	AC 16 Surf B60/70 S

Haciendo un espesor total de $7+5+4=16$ cm $>$ espesor_{mínimo}=12 cm.

El ligante hidrocarbonado elegido para las capas de rodadura, intermedia y base se realiza en función de las especificaciones del art.542.2.1 del PG-3 acerca del ligante hidrocarbonado para mezclas bituminosas en caliente, para zonas estivales templadas a medias y categoría de tráfico pesado T32.

Se dispondrá un riego de adherencia de pocos mm entre la capa de suelocemento de 30 cm y la capa de base de mezcla bituminosa.

El riego de adherencia a emplear deberá ser un ligante hidrocarbonado poco viscoso de rotura rápida, con el fin de lograr una rápida extensión y también para conseguir un buen reparto con poco material.

Se utilizará una emulsión bituminosa tipo EAR-1 o ECR-1, cumpliéndose las prescripciones técnicas del art. 213 del PG-3. Dotación: 0,3 Kg/m².

La ejecución del vertido y extendido de la capa de riego de adherencia se realizará de acuerdo al art. 531 del PG-3.

Se dispondrá un riego de curado de mm entre la capa de suelocemento de 30 cm y la capa de base de mezcla bituminosa.

Para el riego de curado se destina una capa de mm de ligante hidrocarbonado, EAR-1, ECR-1, a fin de mantener la humedad de la capa cementada, a fin de garantizar la correcta hidratación del cemento, ganancia de resistencia y una superficie durable y de buena calidad.

La ejecución del vertido y extendido de la capa de riego de curado se realizará de acuerdo al art. 532 del PG-3.

Se dispondrá un riego de adherencia de pocos mm entre la capa base y la capa intermedia.

Se dispondrá un riego de adherencia de pocos mm entre la capa intermedia y la capa de rodadura.

No es necesario un riego de imprimación entre la capa base y la capa de suelocemento.

Suelocemento

El suelo a estabilizar con cemento para la formación de la capa de 30 de suelocemento pertenecerá a la traza de las vías, en concreto se tratará de las arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra. Dicho suelo cumple las siguientes prescripciones indicadas en el art. 521 del PG-3.

% Pasa 80 mm	100 \geq 100	% MO	0,3<1
% Pasa 0,063 mm	15 <31,5 <35	% SS	0<1
Reactividad potencial álcalis	NO	Hinchamiento, Colapsabilidad	0N/m ² ,0
LL (%)	21<40	IP (%)	4<14

De acuerdo a las especificaciones de ejecución del art.512 del PG-3 se detalla la fórmula de trabajo designada para la capa de suelocemento de las todas las secciones de firme del presente proyecto.

Fórmula de trabajo suelo estabilizado (Suelocemento ,secciones de firme)	
Contenido de cemento (% en masa de suelo seco)	5%>3%
Tipo de cemento a emplear (no precisa resist.sulfatos)	EN 197-1-CEMI/32,5N
Índice CBR (NLT-305) (A 7 días)	7
% Humedad del suelo estabilizado previa mezcla con cemento	13,4+1=14,4%
% Humedad del suelo estabilizado mezclado previa compactación	13,4 % = 100% H _{op} ^{PM}
% Densidad proctor modificado de proyecto en obra	100%
Densidad tras compactación del suelo estabilizado	1,90 g/cm ³
Ensayo de hinchamiento (UNE103601)	0 N/m ²
Ensayo de colapso (NLT-54)	0
Reactividad potencial álcalis	NO
Plazo de trabajabilidad en obra por franjas	180 min

La preparación del suelocemento se realizará exclusivamente con suelo adecuado del estrato de arenas limosas con abundantes gravillas de pizarra

Se utilizará el equipo necesario para la compactación del suelocemento de acuerdo al art.521.4 del PG-3, formada como mínimo de un compactador vibratorio de rodillo metálico y un compactador de neumáticos equipados además con sistemas de dosificación de cemento en lechada y mezclado.

Se procederá a la extensión del suelo adecuado sobre la última tongada de explanada de suelo adecuado, controlando un humedad del suelo en obra previa disgregación, de acuerdo a la fórmula de trabajo, de 14,4%.

Se procederá a la disgregación mediante equipos autopropulsados hasta la profundidad de 30 cm estipulados para la capa de suelocemento de las secciones de firme.

En la extensión y disgregación del suelo cemento en la explanación del terraplén del camino de acceso oeste se utilizarán los medios adecuados para su correcta ejecución.

La disgregación se realizará hasta los 30 cm de profundidad de la capa de suelo a estabilizar, con equipos escarificadores capaces de alcanzar un eficacia del $60\% = \frac{\% \text{cernido Tamiz 4 mm con material húmedo en obra}}{\% \text{cernido Tamiz 4 mm con material desmenuzado y desecado en laboratorio}}$

Se realizará la disgregación en una sola etapa controlando la ausencia de grumos superiores a 80 mm para su eliminación.

El cemento se dosificará en la proporción indicada en la fórmula de trabajo en forma de lechada en equipos autopropulsados que realizaran también las labores de mezclado.

Si fuera preciso dosificación cerca de los estribos del puente se realizará manualmente en seco mediante sacos y una distribución rápida y uniforme mediante rastrillos manuales.

La mezcla del conglomerante hidráulico (cemento) y el suelo humectado se realizara inmediatamente, estableciéndose un plazo máximo para su mezclado de 1 hora.

Una vez mezclado el suelo estabilizado se comprobará que la humedad del suelo es el 100% de la humedad Proctor del suelo adecuado en laboratorio, de acuerdo a la fórmula de trabajo.

La compactación deberá llevarse a cabo en un plazo de media hora tras el mezclado y se realizara por franjas.

Para realizar la compactación se dispondrá una contención lateral en el terraplén del camino de acceso oeste no siendo necesaria en la excavación del camino de acceso este. Además se solaparán las pasadas por las dos franjas una distancia de medio metro.

Tras la compactación se comprobará que la rasante se sitúa por encima de la rasante teórica de la capa de suelocemento 20 mm para favorecer la realización de un refino con motoniveladora para después recompactar el material descubierto, retirado en barrido, terminando la superficie de la capa de suelocemento.

No se dispondrán juntas longitudinales entre las dos franjas de construcción de la capa de suelocemento. Se cuidará una adecuada solapación de franjas cerrando los difusores de cemento y agua durante el número impar de las pasadas para no dar lugar a una zona con especificaciones diferentes a las referidas en la fórmula de trabajo. No serán necesarias juntas transversales de trabajo.

Se mantendrá la superficie exterior de la capa de suelocemento húmeda hasta el riego de curado, sin encharcamientos.

Tras el riego de curado se evitará que circulen vehículos ligeros en los 3 primeros días y vehículos pesados en los 7 primeros días.

No se ejecutará tramo de prueba por su carácter antieconómico en una obra de la magnitud del presente proyecto.

Se requerirán como especificaciones de la unidad terminada para la unidad de capa de suelocemento las referidas en art.521.7. En concreto se comprobará el cumplimiento del valor mínimo del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga en placa de 60 Mpa.

Además se prestará especial atención a las tolerancias de cota de rasante y el espesor de la capa de suelocemento compactada de acuerdo a los planos de secciones.

No es necesario el cumplimiento del índice IRI por categoría de tráfico inferior a las de obligado cumplimiento, en cualquier caso cumple todas las limitaciones indicadas con las prescripciones indicadas en el presente proyecto.

Para el cumplimiento del conjunto de prescripciones técnicas accesorias para la unidad de obra de ejecución de la capa de suelocemento del firme del presente proyecto se remite al artículo 5.12 del PG-3 (Ministerio de Fomento), en concreto, para las limitaciones de ejecución, el control de calidad y los criterios de aceptación y rechazo de lote.

10. Pavimento del tablero del puente

El pavimento del tablero no puede ser diseñado acorde a las indicaciones de diseño de secciones de firme de la norma 6.1 IC ni la norma UNE-EN 13108-1.

Por esto se atiende a los criterios demandados según “las Recomendaciones técnicas para el dimensionamiento de firmes de la red autonómica Aragonesa”.

Dentro de esta guía se aplicara lo establecido en el apartado de sistemas de pavimentos asfálticos aplicados a tableros rígidos de hormigón, aplicable a tableros de hormigón armado, de vigas de hormigón pretensado de luces no superiores a 25 m, enmarcándose el tablero de losa postesada del presente proyecto con una luz entre apoyos de 26 metros en el umbral de aplicación del método, dándose por válido.

En función del tráfico de proyecto que se ha estimado a circular sobre el tablero resultando una categoría de tráfico ,T32, inferior a T3, se utilizara una solución formada por:

Tipo de capa	Espesor	Nomenclatura
Riego de imprimación del tablero	1-5 mm	EAR-1 o ECR-1
Mezcla bituminosa en caliente	5 cm	AC 16 Surf B60/70 S

El ligante hidrocarbonado elegido para las capa de mezcla bituminosa en caliente se realiza en función de las especificaciones del art.542.2.1 del PG-3 acerca del ligante hidrocarbonado para mezclas bituminosas en caliente, para zonas estivales templadas a medias y categoría de tráfico pesado T32.

Previo al riego de imprimación, se limpiará la superficie del tablero debiendo estar limpia de restos de lechadas de inyección, cordones de mortero, manchas de grasa, gasoil o aceites, etc., y debiendo presentar una textura adecuada, de manera que las irregularidades sean menores de 5 mm medidas con la regla de 3m, evitando oquedades superficiales, huellas diversas, etc. Para métodos de corrección mirar prescripciones técnicas particulares del presente proyecto.

Se dispondrá un riego de imprimación de pocos mm entre la superficie de hormigón del y la capa de mezcla bituminosa.

El riego de imprimación a emplear deberá ser un ligante hidrocarbonado que penetre entre las capas adyacentes en la interfase para unir las solidariamente.

Se utilizará una emulsión bituminosa tipo EAR-1 o ECR-1, cumpliéndose las prescripciones técnicas del art. 213 del PG-3. Dotación: 1 Kg/m².

La ejecución del vertido y extendido de la capa de riego de imprimación se realizará de acuerdo al art. 530 del PG-3.

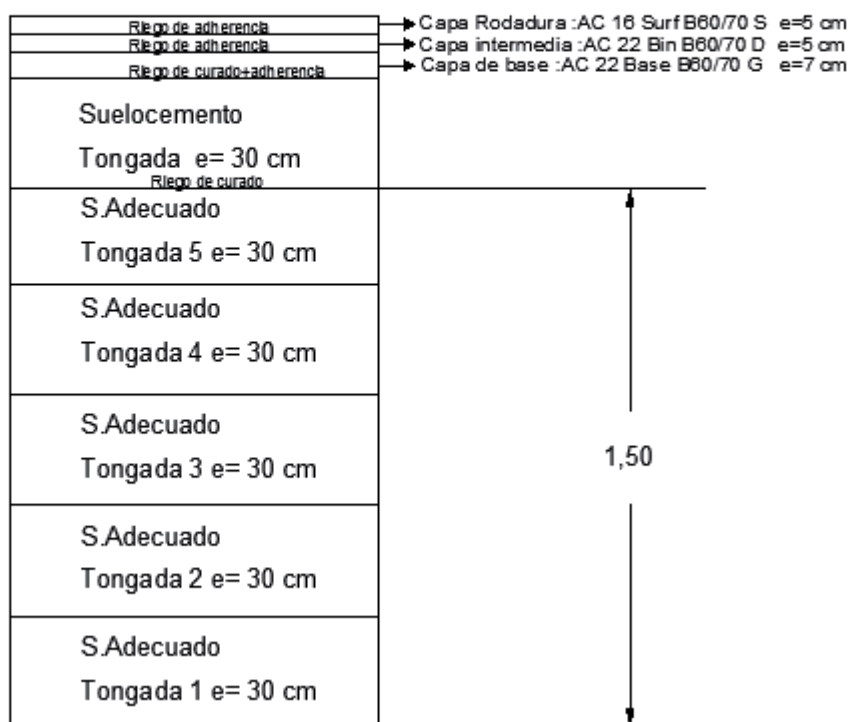
Para las prescripciones técnicas de extensión y compactación, así como la maquinaria indicada se refiere a las prescripciones técnicas particulares del presente proyecto así como al pliego de prescripciones técnicas generales, PG-3.

11. Columnas tipo de explanada y firme

Se pasan a mostrar las columnas de explanación a ejecutar en los caminos de acceso determinadas para secciones transversales cada 5 metros.

Las columnas de explanada y firme quedan referidas a las secciones transversales definidas en el plano corte geotécnico.

SE-1



Camino acceso este al puente

SE-2

Riego de adherencia	→ Capa Rodadura : AC 16 Surf B60/70 S e=5 cm
Riego de adherencia	→ Capa intermedia : AC 22 Bin B60/70 D e=5 cm
Riego de curado+adherencia	→ Capa de base : AC 22 Bas e B60/70 G e=7 cm
Suelocemento	
Tongada e= 30 cm	
Riego de curado	
S.Adecuado Tongada 6 e= 10 cm	
S.Adecuado	
Tongada 5 e= 30 cm	
S.Adecuado	
Tongada 4 e= 30 cm	
S.Adecuado	
Tongada 3 e= 30 cm	
S.Adecuado	
Tongada 2 e= 30 cm	
S.Adecuado	
Tongada 1 e= 30 cm	

1,60

Camino acceso este al puente

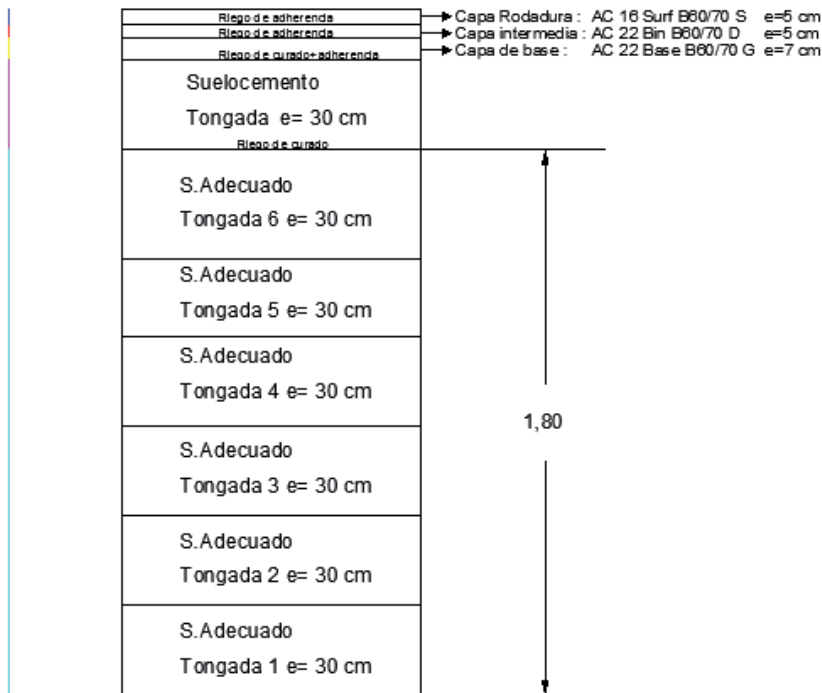
SE-3

Riego de adherencia	→ Capa Rodadura : AC 16 Surf B60/70 S e=5 cm
Riego de adherencia	→ Capa intermedia : AC 22 Bin B60/70 D e=5 cm
Riego de curado+adherencia	→ Capa de base : AC 22 Base B60/70 G e=7 cm
Suelocemento	
Tongada e= 30 cm	
Riego de curado	
S.Adecuado	
Tongada 6 e= 20 cm	
S.Adecuado	
Tongada 5 e= 30 cm	
S.Adecuado	
Tongada 4 e= 30 cm	
S.Adecuado	
Tongada 3 e= 30 cm	
S.Adecuado	
Tongada 2 e= 30 cm	
S.Adecuado	
Tongada 1 e= 30 cm	

1,70

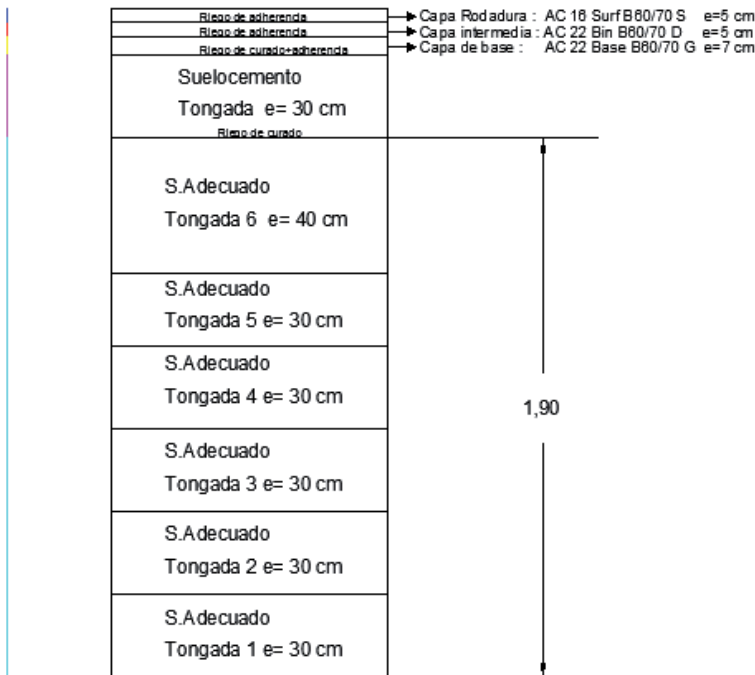
Camino acceso este al puente

SE-4



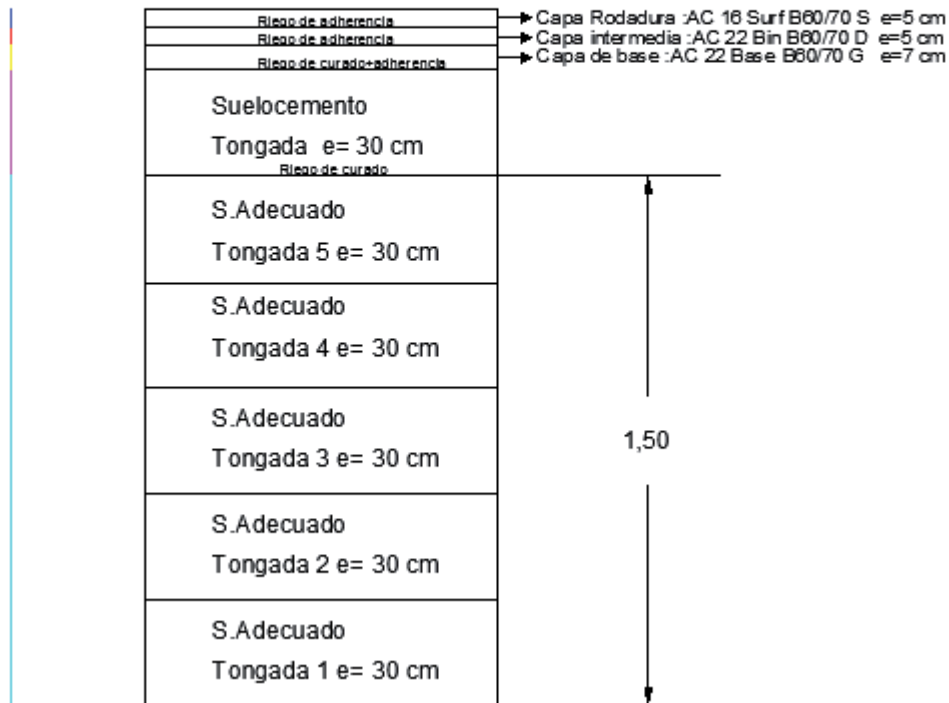
Camino acceso este al puente

SE-5



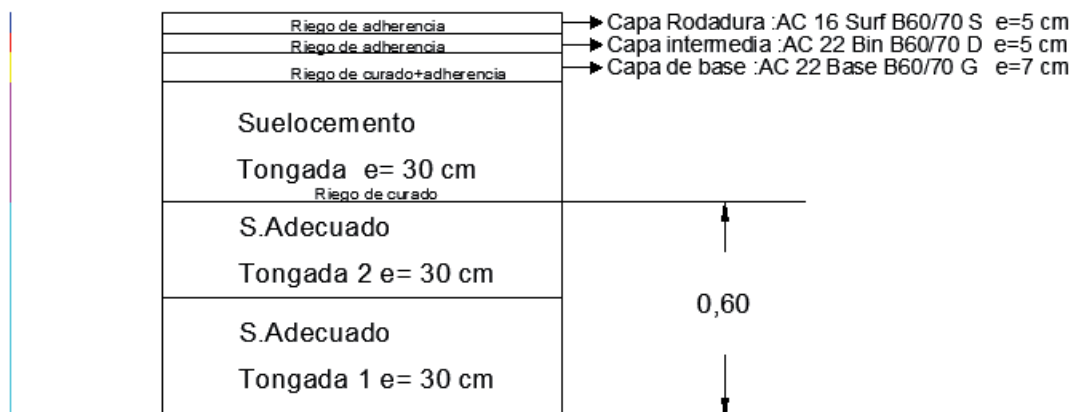
Camino acceso este al puente

SO-1



Camino acceso oeste al puente

SO-2



Camino acceso oeste al puente

12. Taludes de las explanaciones

Camino Oeste

Se dará un talud 1:4 a partir del fin del arcén, con berma, con un cerramiento en acuerdo cónico vertical. El talud tendido dando un $\theta = 14^\circ < \phi'_{\text{terraplen}} = 30^\circ$ hace que no sea necesario un análisis de estabilidad estando asegurada la estabilidad al deslizamiento con un factor de seguridad alto.

La altura a ascender por el terraplén constará de 1,10 metros, cota referida a la 707 del terreno y a la rasante del firme, en 7,50 metros en planta.

Se recomienda hidrosiembra del talud para evitar erosiones en el futuro.

Ver plano en planta de la obra. Ver perfiles en plano.

Camino Este

La rasante del firme del camino este discurre en todo su trazado curvo ascendente en desmonte somero.

El punto de mayor desmonte se estima en 35 cm por lo que, después de la cuneta con berma, desde el talud exterior de la cuneta se resolverá la unión con el terreno natural a partir de un desmonte con talud 1:3 hasta cortar el terreno natural.

Ver plano en planta de la obra. Ver perfiles en plano.

13. Drenaje longitudinal y transversal

13.1 Drenaje trasversal

Para facilitar el drenaje transversal se dará un bombeo del 2% desde el eje de la calzada.

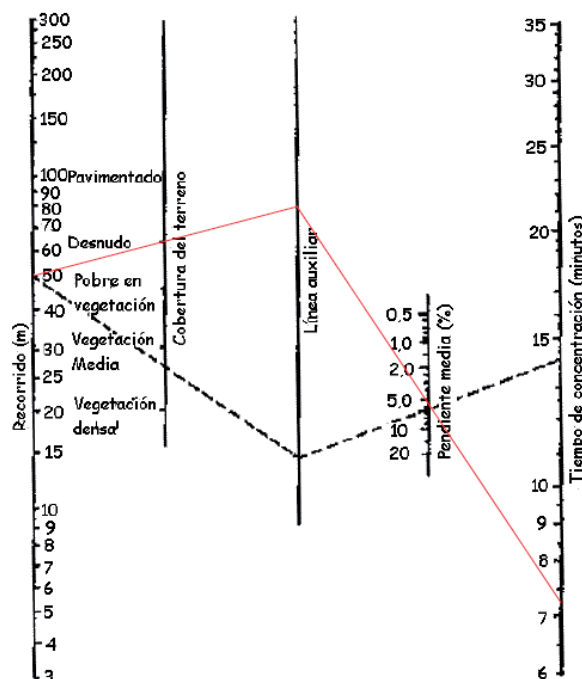
13.2 Drenaje longitudinal

El estudio del drenaje longitudinal contiene dos partes diferenciadas, en primer lugar el cálculo del caudal de proyecto para las cunetas y en segunda lugar la fijación de las dimensiones de las cunetas mediante un cálculo hidráulico.

13.2.1 Cálculo del caudal de proyecto de las cunetas

El cálculo de caudal de proyecto se calculara mediante el método hidrometeorológico de la instrucción 5.2 IC Drenaje superficial.

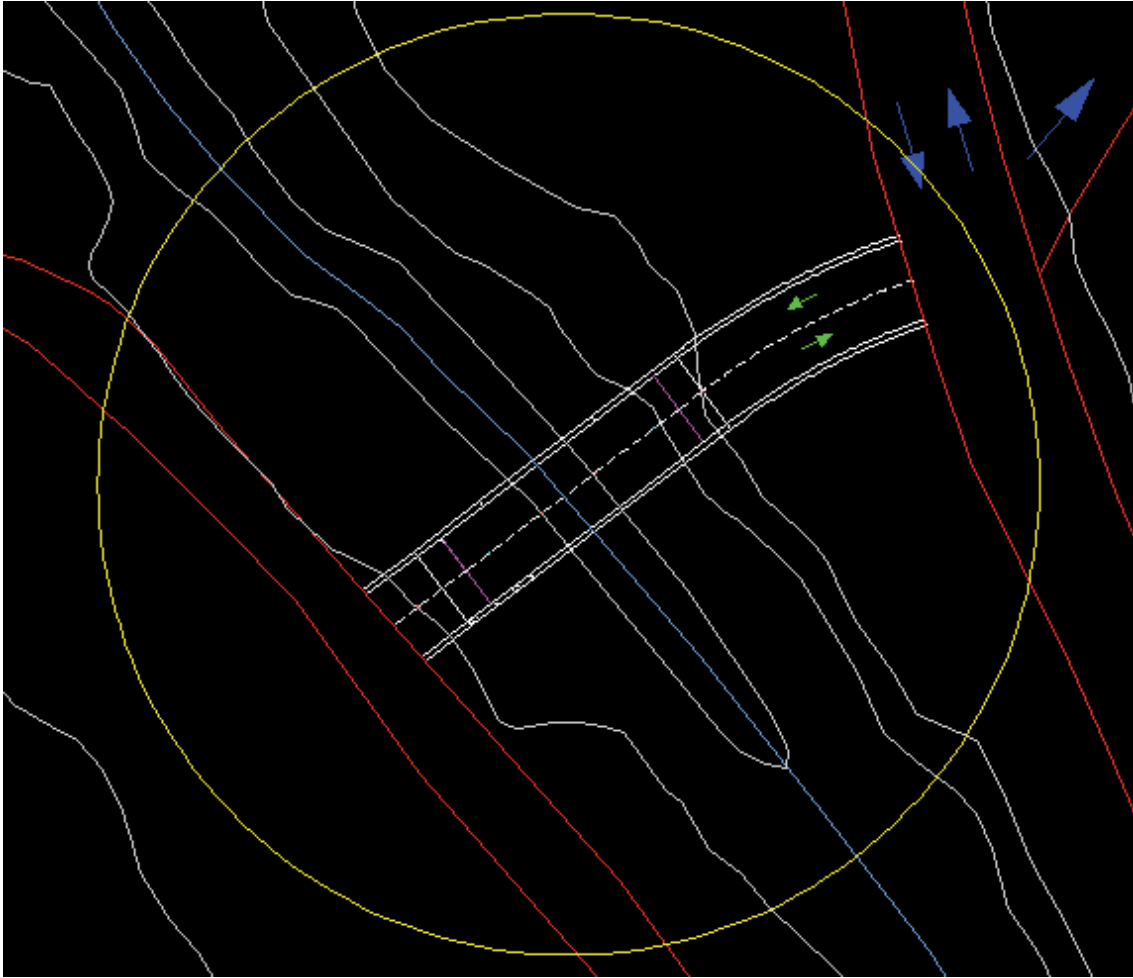
De acuerdo a la instrucción, si el tiempo de recorrido en flujo difuso del agua de escorrentia sobre el terreno fuera relativamente apreciable, como es el caso de la plataforma de la carretera y de los márgenes que a ella vierten, se podrá hacer uso del ábaco mostrado.



Abaco figura 2.3

Norma 6.2 IC
"Drenaje superficial"

Para un recorrido del agua sobre la superficie de márgenes y plataforma de 50 metros, con una cobertura de terreno desnudo y una pendiente media del 2% resulta un tiempo de concentración de 9 minutos. $T_c = 7,5 \text{ min} < 6 \text{ h}$.



DATOS MORFOLÓGICOS	
Área cuenca afectante	0,008 Km2
Longitud	0,05 Km
Pendiente	0,05 m/m

Los datos hidrogeológicos se obtienen de la siguiente manera:

La precipitación máxima diaria, P_d , de acuerdo al documento “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”, obteniendo para la zona de la cuenca en estudio:

- El coeficiente de variación de C_v , de valor 0,38.
- El valor medio de la máxima precipitación diaria anual, de valor, $\bar{P} = 42\text{mm}$

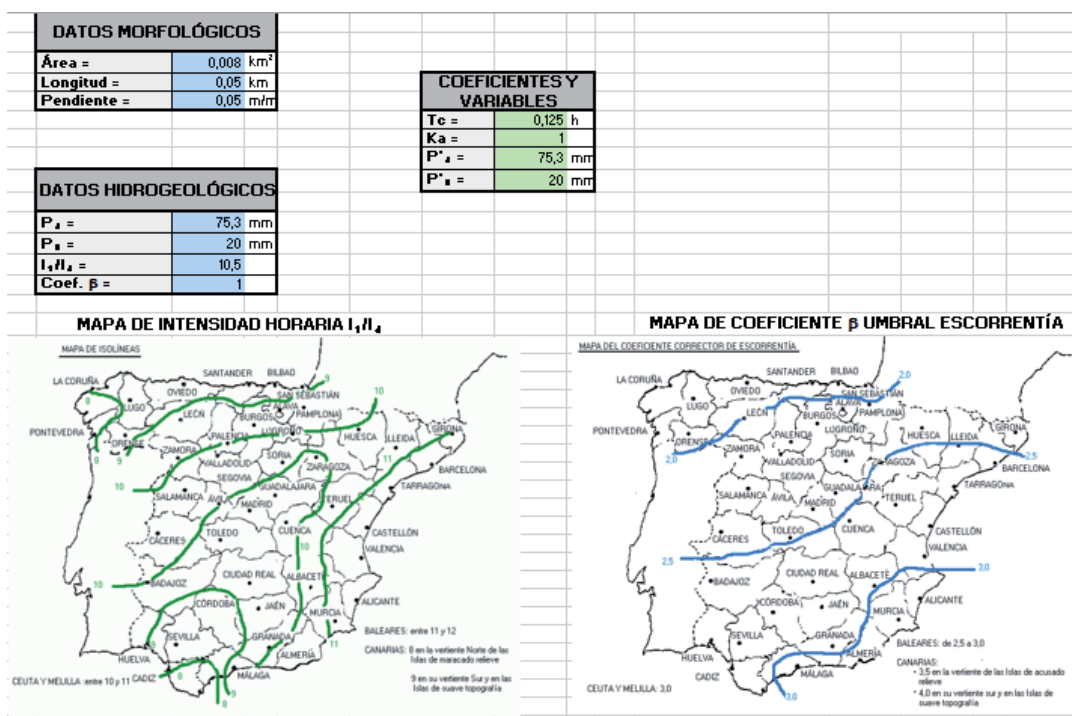
Para el periodo de retorno estudiado de 25 años (indicado para elementos del drenaje superficial de la plataforma y márgenes) y el coeficiente de variación C_v , de valor 0,38, se obtiene a partir de la tabla K_t , el factor de amplificación K_t , de valor 1,793.

$$P_{25 \text{ años}} = K_T * \bar{P} = 1,793 * 42 = 75,30 \text{ mm/día}$$

Se tomará como valor de, P_0 , umbral de escorrentía, 20mm, de acuerdo al valor recomendado como simplificación por la instrucción 5.2-IC en todos los casos. Dicho valor no se mayorará con el coeficiente corrector, β , del umbral de escorrentía.

DATOS HIDROGEOLÓGICOS	
P_d (mm/día)	75,30
P'_0 (mm/día)	20
β	1
$\frac{I_1}{I_d}$	10,5

Introduciendo los datos en un aplicativo Excel con el método hidrometeorológico de la norma 5.2 IC “Drenaje superficial” resulta:



Método Racional	¿Se produce escorrentía?	SÍ															
$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{K}$	C =	0,33946537															
	I =	100,599675															
	K =	3															
Q =		0,09107 m³/s															
<table><tr><td rowspan="2">Q en</td><td colspan="3">A en</td></tr><tr><td>km²</td><td>ha</td><td>m²</td></tr><tr><td>m³/s</td><td>3</td><td>300</td><td>3.000.000</td></tr><tr><td>l/s</td><td>0,003</td><td>0,3</td><td>3.000</td></tr></table>			Q en	A en			km²	ha	m²	m³/s	3	300	3.000.000	l/s	0,003	0,3	3.000
Q en	A en																
	km²	ha	m²														
m³/s	3	300	3.000.000														
l/s	0,003	0,3	3.000														

13.2.2 Dimensionamiento de las cunetas de los caminos de acceso

El dimensionamiento de las cunetas se realiza mediante la fórmula de manning-strickler.

$$Q = V * S = \frac{1}{n} * S * R^{\frac{2}{3}} * J^{1/2}$$

Se recubrirán las cunetas con hormigón no estructural HM-20, con juntas transversales de contracción cada 2 metros, de 3 mm sin sellar.

El coeficiente de manning para cunetas de hormigón resulta $n=0,013$.

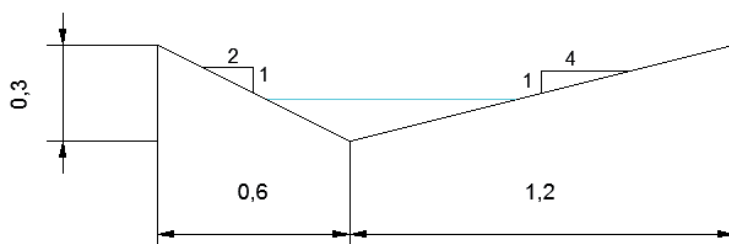
- Para el camino de acceso este

La pendiente de la línea de energía se asume en régimen de análisis uniforme del mismo valor que la pendiente de la cuneta cuyo eje de rasante será paralelo a la rasante de la calzada. $J=0,027=2,7\% > 0,5\%$ luego no hay problema de rebase en la sección de aguas arriba por curva de remanso ascendente hacia aguas arriba afectando a la existente N-234.

No se solidarizan cunetas existentes de la N-234 con las del nuevo camino de acceso al puente. No son necesarios obras disipadoras de energía contra la erosión, debido a la pendiente baja.

Se fijan un talud interior de 6, $n=6$ (1:6) y un talud exterior de 2, $m=2$ (1:2) acorde a un aprovechamiento económico de la obra necesaria conjugado con la seguridad. Operando la fórmula de manning-strickler:

Talud exterior Cuneta (Adimensional)						A_mojada (m2)			
2						0,0507 m2			0,26
									0,52
Talud interior Cuneta (Adimensional)									
4									
						Perimetro mojado (m)			
Nivel de la lamina de agua (Tomada desde el vértice inferior de la cuneta)						0,8267 m			
0,13								P_ext	
								0,2907 m	
						RH (m)			
						0,0613 m		P_int	
theta ext.								0,536	m
0,4636 rad					numero manning				
					0,013				
Theta int.						Caudal			
0,245 rad					Pendiente (Adimensional)	0,0997 m3/sg			
					0,027				



Para el caudal de proyecto la lámina de agua deja un resguardo de 17 cm.

Resguardo > 10 cm

Recubrimiento de HM=10cm

- Para el camino de acceso oeste

El camino de acceso oeste transcurre en toda su traza en terraplén por lo que se ha elegido disponer cunetas para recoger las aguas que discurren por la plataforma del camino y del propio tablero que aún no se hayan desaguado por el sistema de drenaje del tablero.

Las cunetas se situarán a 1 metro del pie del terraplén para evitar problemas de deslizamiento por círculos de pie.

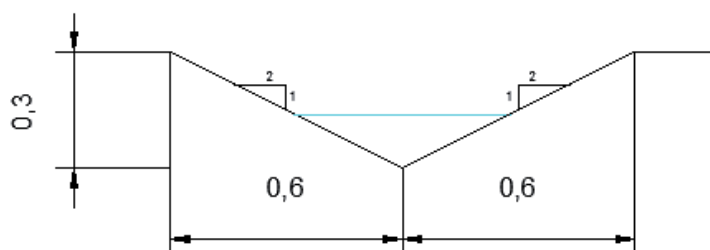
Debido a la lejanía relativa de las cunetas de la calzada se han elegido cunetas con talud exterior e interior igual $H:V=1:2$ dentro de los taludes recomendados por la instrucción 5.2 IC “Drenaje superficial”.

La pendiente de la línea de energía se asume en régimen de análisis uniforme del 3%. $J=0,03=3,0\%>0,5\%$ luego no hay problema de rebase en la sección de aguas arriba por curva de remanso ascendente hacia aguas arriba afectando al camino rural peatonal y de vehículos al que da acceso el puente.

No son necesarios obras disipadoras de energía contra la erosión, debido a la pendiente baja.

Se fijan un talud interior de 2, $n=2$ (1:6) y un talud exterior de 2, $m=2$ (1:2) acorde a un aprovechamiento económico de la obra. Operando la fórmula de manning-strickler.

Talud exterior Cuneta (Adimensional)		A_mojada (m2)	
2		0,0421 m2	0,29
			0,29
Talud interior Cuneta (Adimensional)			
2			
Nivel de la lamina de agua (Tomada desde el vértice inferior de la cuneta)		Perimetro mojado (m)	
0,145		0,6485 m	
			P_ext
			0,3242 m
		RH (m)	
		0,0648 m	P_int
			0,3242 m
theta ext.			
0,4636 rad	numero manning		
	0,013	Caudal	
Theta int.		0,0904 m3/sg	
0,4636 rad	Pendiente (Adimensional)		
	0,03		



Para el caudal de proyecto la lámina de agua deja un resguardo de 15 cm.

Resguardo > 10 cm

Recubrimiento de HM=10cm

Anejo X: Estudio de impacto ambiental

Anejo X Estudio Impacto Ambiental

INDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO
3. IMPACTOS DIRECTOS SOBRE EL MEDIO
4. RECOMENDACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS
 - 4.1. Medidas generales
 - 4.2. Medidas correctoras particulares
5. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)
 - 5.1. Exigencia Legal
 - 5.2. Objetivos
 - 5.3 Metodología de seguimiento

ANEJO X. ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL

1. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se incorporan las recomendaciones y las medidas preventivas y correctoras incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental.

El objeto de este anejo es el análisis ambiental del proyecto de construcción de un puente en el río Jiloca, que pertenece a la comarca del Jiloca.

Para la realización del presente anejo se han realizados las siguientes tareas:

- Definir las características fundamentales del medio físico afectado.
- Identificar y describir las repercusiones ambientales derivadas de la construcción y servicio del nuevo puente.
- Definir las medidas preventivas y correctoras al objeto de evitar las alteraciones en el medio receptor e integrar la infraestructura en su entorno. Es decir, disminuir los efectos adversos hasta unos niveles tolerables compatibles con los usos del entorno, con su carácter paisajístico y ecológico.

Tanto en la fase de ejecución como durante la explotación del proyecto, se producen impactos sobre los factores que componen el medio físico y socioeconómico. El grado de importancia de los mismos, no sólo depende de la magnitud de las acciones, sino que entra en juego la fragilidad del elemento considerado y sus características, entendiendo por fragilidad el mérito que presenta cada factor para ser conservado.

En función de la descripción del medio físico y socioeconómico que se ha realizado, se identifican como factores frágiles, el propio ecosistema. Dichos factores referidos al ecosistema son el suelo, aguas, fauna y vegetación, y paisaje.

2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO

La obra en cuestión del presente estudio, está ubicada en el Río Jiloca, a la altura del p.k 206,14 de la N-234. Este río cruza el municipio por la mitad, sin embargo debido al ámbito rural del entorno el estudio se encuentra en su totalidad en una zona no urbanizable generica. No existen componentes valiosos ambientales que puedan ser afectados, como pueden ser bosques, espacios naturales protegidos, espacios de interés geológico o áreas o elementos del patrimonio (bienes culturales y zonas de presunción arqueológica).

Hay que destacar que el eje del río es un eje viario que soporta un tráfico moderado , especialmente la N-234 , que da conexión lineal entre todos los municipios de la comarca desde Calamocha a Daroca.

3. IMPACTOS DIRECTOS SOBRE EL MEDIO

Los diferentes impactos directos existentes son:

- Medio atmosférico

La construcción del puente supone movimientos de un cierto volumen de tierras que provocará una disminución de la calidad del aire de forma directa. El aumento de la concentración de partículas en suspensión también puede aumentar a causa del transporte de materiales y de la circulación de vehículos y maquinaria.

A la vez, la maquinaria y vehículos que operen durante las obras provocarán un incremento de la emisión de gases en la atmosfera, especialmente humos.

- Ruido

Existirá un aumento de los niveles acústicos asociados al funcionamiento de maquinaria y a los movimientos de tierras producidos durante la fase de obras.

- La geomorfología y geología.

Alteración de la geomorfología de la zona de actuación para la realización de excavaciones. Este impacto se deriva sobretudo de los movimientos de tierras, que supondrán la ocupación de terrenos necesarios para la construcción del puente, en la fase de ejecución.

- La hidrología

Se pueden producir una contaminación de los cursos superficiales de agua y de las aguas subterráneas como consecuencia de las obras. Son pues, numerosas las actuaciones que pueden influir sobre la hidrología de la zona. El vertido incontrolado de materiales sobrantes de la obra, así como de las sustancias contaminantes utilizadas durante la fase de construcción que pueden afectar tanto a la calidad de estas aguas como alterar el curso de la riera.

- La vegetación

Como consecuencia de las obras, se verá afectada la vegetación colindante en las actuaciones, así como la de los terrenos donde se hace el acopio de los materiales de la obra. El desbroce y el movimiento de tierras provocaran la desaparición de la cubierta vegetal a lo largo de la superficie afectada por la construcción del puente.

- El paisaje

Durante la fase de obras se producirán una degradación temporal de las zonas afectadas como consecuencia del movimiento de tierras, acopio de materiales de obra, de la presencia de maquinaria y de las obras en general. Se trata de una degradación temporal.

- Las infraestructuras y elementos del entorno urbano

Afección durante las obras a los caminos y servicios colindantes a la zona de obras, que son aprovechados por la población que los utiliza para sus servicios.

- Impacto económico

Es importante tener conocimiento de los efectos de la implantación de esta estructura. Resulta evidente que la implantación de un nuevo puente produce un incremento de la actividad económica en la zona, ya que se abren más posibilidades para los vecinos. Los impactos derivados de la construcción del puente son positivos ya que en la fase de explotación facilita la comunicación entre los dos laterales del río.

4. RECOMENDACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

4.1. Medidas generales

Desarrollo y realización de un programa educativo para los trabajadores del proyecto, de manera que se les informe sobre las medidas correctoras particulares que se aplicaran y para conocer el papel de los trabajadores a la hora de ejecutar estas medidas.

Consultar y coordinar a todas las partes implicadas.

Informar al personal de supervisión de la construcción sobre los problemas ambientales, legislación y normativa vigente y especificaciones de diseño y restauración final de la zona.

Mantener un control y vigilancia sobre las medidas correctoras establecidas.

Gestionar los residuos generados en la obra (tierras, aceites, hormigones, latas, plástico, madera...). Se controlará en todo momento que los residuos producidos sean recogidos en uno o varios puntos donde se especificará para cada tipo de material, la ubicación. Estos materiales serán retirados cuando sea necesario y se llevarán a su correspondiente vertedero.

4.2. Medidas correctoras particulares

El objeto de este punto es exponer las medidas preventivas y correctoras a aplicar por tal de minimizar, al máximo posible, el impacto ambiental generado por las actuaciones a realizar en la ejecución del nuevo puente. Garantizando, de esta manera, la sostenibilidad medioambiental.

- **Medio atmosférico**

Los aumentos en los niveles de inmisión, están muy localizados temporalmente y existen toda una serie de medidas correctoras que pueden reducirlos, como el riego periódico con camión cisterna de toda la zona transitada, la utilización de maquinaria pesada en buen estado, y realizar un seguimiento de la contaminación, controlando los niveles de emisión y sus efectos directos.

Se controlará que la maquinaria utilizada en la obra haya superado favorablemente las inspecciones técnicas reglamentarias exigidas. La maquinaria que no cumpla las condiciones necesarias será retirada y substituida por otra de las mismas características pero con los certificados vigentes.

Se evitará el tránsito innecesario, así como la garantía de afección mínima a las parcelas colindantes en las obras, y en las zonas por donde se transporte material.

La localización de los acopios de materiales se dispondrá en zonas resguardadas de los vientos, o en caso que sea necesario, protegidos con mallas, sobre todo con los materiales fácilmente dispersables.

En los transportes de materiales, así como de los residuos generados, se utilizaran mallas que tapen el material a transportar, evitando el vertido sobre accesos o vías de circulación.

- Ruido

Delimitar las actividades generadoras de ruido en las horas de mayor actividad humana, siempre en horario diurno y laboral.

Cumplimiento de la Ordenanza Municipal reguladora de la contaminación acústica en el municipio.

- La geomorfología y geología.

Crear una buena red de caminos de servicio, controlando que el ancho sea lo mínimo posible.

Revegetar y restaurar los accesos provisionales hasta conseguir las condiciones iniciales.

La deposición de los excedentes de tierras se realizará en vertederos legalizados. Las pilas de tierra se realizarán con pendientes suficientes como para garantizar la estabilidad de las mismas.

- La hidrología

Se deberá extremar las medidas de precaución en los vertidos de hidrocarburos, cementos y aceites, también se deberá tener especial atención en la ubicación de las instalaciones de aparcamiento y estacionamiento de maquinaria, las cuales, se dispondrán a una distancia suficiente de la zona fluvial.

Se asegurará un buen drenaje superficial.

- La vegetación

Durante las obras se recomienda el riego de los caminos de circulación de la obra, así como de las zonas afectadas por los trabajos que puedan producir el incremento de partículas de polvo e indirectamente afectar la vegetación de los alrededores. En el caso que visualmente se detecte una acumulación considerable de polvo, se regará la superficie de la vegetación del ámbito de actuación.

Revegetación de la zona colindante al puente con vegetación autóctona. Definir previamente la zona de actuación.

Se realizará una correcta señalización de la zona de obras para evitar una superficie de mayor afección.

Se aplicarán medidas para prevenir posible incendios derivados de la ejecución de las obras:

- No encender fuego ni quemar restos. Para encender fuego se observarán las medidas preventivas.
- Está prohibido lanzar cigarrillos o cerillas encendidas, otros objetos encendidos, arrojar vertidos o restos vegetales o industriales de cualquier tipo que puedan ser causa del incendio de un fuego.
- No quemar ningún tipo de residuo ni combustible.
- La maquinaria dispondrá de sistemas de protección contra las chispas, generadoras de fuego.
- Disponer de medios de extinción portátiles en la zona de obras, correctamente mantenidos, señalizados y ubicados en un lugar de fácil acceso.
- En caso de producirse un incendio, avisar lo antes posible a los bomberos (Telf. 080) o al Ayuntamiento.

- El paisaje

Se repararán todas las superficies dañadas durante la obra procediendo a su restauración para disminuir al máximo el impacto paisajístico.

El diseño de la construcción se adaptará lo máximo posible al entorno por tal de minimizar el impacto paisajístico. Se realizarán plantaciones por tal de minimizar el impacto y crear de esta forma pantallas visuales.

- Las infraestructuras y elementos del entorno urbano

Se respetará la normativa de seguridad viaria.

En el caso que se afectes líneas de servicio, éstas se repondrán.

Se evitará que la maquinaria ensucie excesivamente las carreteras y caminos, y se realizará una limpieza de las zonas afectadas.

- Gestión de los residuos.

Los productos residuales procedentes de las obras (vertidos de aceites, combustibles, cementos y otros sólidos en suspensión) se gestionarán de acuerdo con la normativa estatal y autonómica vigente de la comunidad autónoma de Aragón.

Los aceites, combustibles, cementos y otros sólidos procedentes de las zonas de instalaciones de obra, no serán en ningún caso vertidos a los cursos de agua.

Las zonas donde se ubiquen los depósitos de almacenamientos de lubricantes y combustibles, repostajes y cambios de aceite, se construirán de forma especial, con protección para posibles fugas, mediante la disposición de cubetas de retención.

Los aceites usados y grasas procedentes de las operaciones de mantenimiento de maquinaria se dispondrán en bidones adecuados y etiquetados, según el artículo 11 de la *Orden 28 de febrero de 1989, sobre gestión de aceite usados* y se concertará, con una empresa gestora de residuos debidamente autorizada, la correcta gestión de recogida, transporte, y tratamiento de residuos (aceites usados, grasas, bidones, etc.).

Los suelos contaminados por vertidos accidentales o incontrolados de combustibles o lubricantes serán rápidamente retirados y almacenados sobre los pavimentos impermeabilizados y gestionados por una empresa gestora de residuos debidamente autorizada por los organismos competentes.

Para la gestión de los residuos sólidos generados durante las obras, se prevé la instalación de puntos limpios, distribuidos en la instalación auxiliar. Estos puntos limpios o zonas fijas de almacenamiento temporal, consisten en un conjunto de contenedores, algunos con capacidad de compactación, distinguibles según el tipo de residuo.

El desarrollo de la obra aconsejará la ampliación de contenedores o la retirada de algunos de ellos. Existirá un servicio de recogida periódico y selectivo. La determinación del turno de recogida más conveniente dependerá de las condiciones particulares del momento de operación.

Una vez finalizada la funcionalidad de las instalaciones auxiliares se procederá a su total desmantelamiento y a la limpieza y desescombro del área afectada, procediéndose al traslado de los residuos a un vertedero controlado y/o gestión adecuada de los residuos y suelos contaminados, según establezca la legislación vigente.

5. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)

5.1. Exigencia Legal

De acuerdo a las exigencias legales establecidas en el R.D.L. 1302/86 sobre Evaluación de Impacto Ambiental y el Reglamento que lo desarrolla (R.D. 1131/88), así como las condiciones establecidas en las Declaraciones de Impacto Ambiental, en el Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) se programan una serie de objetivos a desarrollar durante la fase de obras.

5.2. Objetivos

Los objetivos del Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) a desarrollar durante la fase de obra serán los siguientes:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en el proyecto de integración ambiental y su adecuación a los criterios establecidos en el EIA.
- Verificar la evaluación inicial de los impactos previstos mediante parámetros de control de los mismos.
- Definir inmediatamente las medidas correctoras adecuadas no previstas en el proyecto.
- Redefinir nuevas medidas correctoras en caso de ineficacia de las previstas.

5.3. Metodología de seguimiento

La realización del seguimiento se basa en la formulación de indicadores, los cuales proporcionan la forma de estimar, de manera cuantificada y simple, en la medida de lo posible, la realización de las medidas previstas y sus resultados. La verificación de la correcta evaluación de los impactos ambientales previstos se realizará estableciendo unos parámetros que permitan controlar en todo momento la evolución del impacto y tomando valores de referencia antes de iniciar las obras, de manera que se podrá saber con certeza si el impacto ambiental considerado es mayor o menor del esperado y actuar en consecuencia.

Los indicadores van acompañados de umbrales de alerta, que señalan el valor a partir del cual deben entrar en funcionamiento los sistemas de prevención y/o seguridad que se establecen en el programa.

Se ha de realizar también un control de la aplicación de las medidas correctoras, tanto en fase de construcción como durante el periodo de garantía de la obra, controlando que los niveles introducidos por las medidas preventivas se mantienen y, en el caso que no se mantengan, proponer nuevas medidas adicionales.

El PVA se puede ir adaptando a lo largo de la obra en cada momento, según las necesidades de la misma, de manera que el proyecto se integre en el ámbito en el cual se desarrolla sin ser una imposición hostil en el paisaje.

En el libro de la obra se anotarán todas las observaciones necesarias derivadas del seguimiento de la obra en el que se referencie a impactos previstos e imprevistos, proponiendo para cada uno de ellos, medidas correctoras particulares.

Asimismo se valorarán y proveerán los gastos derivados del programa de vigilancia ambiental para conocimiento de la Administración.

Anejo XI: Plan de Obra

Anejo XI Plan de Obra

INDICE

1. OBJETO
2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA
3. ACTIVIDADES DE OBRA
 - 3.1. Construcción de acceso e instalación oficinas y servicios
 - 3.2. Replanteo y movimiento de tierras de la estructura
 - 3.3. Ejecución de las cimentaciones
 - 3.4. Ejecución de los estribos
 - 3.5. Ejecución del tablero
 - 3.6. Ejecución carreteras de acceso al puente
4. PROCESO CONSTRUCTIVO. DIAGRAMA DE GANTT

Anejo XI Plan de Obra

1. OBJETO

Se realiza en el presente Anejo un análisis de los tiempos de ejecución previstos para cada una de las diferentes actividades que se llevarán a cabo para la construcción del puente sobre el río Jiloca, enmarcado en la comarca del Jiloca, incluyendo la duración y tramitación de los trabajos.

El objetivo del Plan de Obra es determinar cómo se prevé que sea el desarrollo del Proyecto a lo largo del tiempo, permitiendo asignar tanto tiempo como recursos a las distintas actividades a desarrollar.

La planificación permite, además, conocer con cierta precisión los problemas que puedan surgir a lo largo de la obra, y la correspondiente pérdida de tiempo que ello implica. Este conocimiento permite prever soluciones con antelación con el fin de que estos problemas afecten lo menos posible a la ejecución.

Asimismo, el plan de obra define el camino crítico para la obra, dicho camino crítico se define como aquella sucesión de actividades cuya duración influye sobre el plazo final de la obra.

2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

El puente sobre el Río Jiloca pertenece a un ajuste de movilidad rural, necesario para posibilitar el tráfico rural de vehículos rodados entre las dos partes del pueblo .

Los principales condicionantes que obligan a la construcción del puente son los que se citan a continuación:

- No afectar al cauce del río.
- Dar continuidad directa entre las dos partes del pueblos separadas por el río.
- Minimizar el impacto ambiental a lo largo del trazado cumpliendo con los condicionantes impuestos por la declaración de impacto ambiental elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente.

En este sentido, el puente sobre el Río Jiloca, objeto del presente trabajo fin de grado, proporciona una solución para el cumplimiento de los condicionantes descritos.

Las características del puente se han descrito en los distintos anejos del presente documento, pero a continuación se resume, a grandes rasgos, las principales características:

El puente pertenece a una nueva conexión entre la zona este y oeste a través de la N-234, en la localidad de Burbáuena, en la comarca del Jiloca(Teruel). El mismo, se enmarca dentro de la cuenca hidrológica del Jiloca debiendo permitir el paso de un caudal con un periodo de retorno de 500 años de $80 \text{ m}^3/\text{s}$.

El trazado del tramo en el que se encuentra situado el puente se caracteriza por pertenecer a una alineación recta ,conectada con sendos caminos de acceso este y oeste ,que se conectan respectivamente con la N-234 y el camino rural GR-160. Los caminos de acceso este y oeste resultan de 20,40 metros de longitud de rasante y 7,50 metros respectivamente.

El puente tiene una luz de 26 m en un solo vano, en cuanto a ancho tiene una longitud de 10 metros.

El método constructivo previsto es mediante cimbra sin apoyo en cauce. Con este método, se busca la menor interacción en el cauce del río y conseguir un hormigonado continuo a lo largo de todo el trazado. Este método consta de cimbra apoyada en los estribos.

En cuanto las cimentaciones, el puente apoya sobre los estribos mencionados en párrafo anterior, y estos elementos transmitirán las cargas recibidas mediante zapatas al terreno.

3. ACTIVIDADES DE OBRA

Se han descompuesto los trabajos en las actividades principales que se muestran a continuación:

- Construcción de acceso e instalación oficinas y servicios.
- Replanteo y movimiento de tierras.
- Ejecución de las cimentaciones de los estribos.
- Ejecución de los estribos.
- Ejecución del tablero
- Construcción de carreteras de acceso al puente desde los viales de los márgenes del río.

3.1.Construcción de acceso e instalación oficinas

La construcción de acceso corresponde a la ejecución de una pendiente de acceso al río en la margen derecha, para la realización de las diferentes tareas a ejecutar a posteriori, no es necesario ningún camino auxiliar en la margen derecha. La pendiente posee una inclinación de un 3%, para evitar dificultades de subida de la maquinaria pesada. Ésta se ejecutará mediante la excavación de terreno adecuado subrasante y compactación del mismo. Las dimensiones del acceso están definidas en el plano correspondiente.

La instalación de oficinas consistirá en la colocación de una caseta prefabricada de 6x3x2,5 como gabinete técnico de campo, un baño prefabricado, así como una caseta de vestuario de 6x3x2,5 para los operarios de la obra de proyecto.

Se dispondrán en la carretera N-234 , 200 metros antes del p.k 206,14, en ambos sentidos, señalización vertical de maquinaria en vía y trabajos en la vía, no es preciso disponer señalización horizontal, por no presentarse la obra en la vía propiamente ni afectarla directamente.

3.2. Replanteo y movimiento de tierras de la estructura

Estas dos actividades no se concentran en un instante determinado de la obra, sino que más bien se desarrollan a lo largo del proceso de ejecución del puente. No obstante, existen dos momentos en los que estas dos actividades son determinantes para el plazo, la primera es al inicio de la obra, ya que se deben replantear las cimentaciones y proceder, posteriormente, a las excavaciones hasta la cota de apoyo en terreno competente. La segunda se produce, una vez terminada la estructura del puente, con el replanteo y los trabajos de ejecución de los caminos de acceso este y oeste al puente desde los viales que quedan conectados.

En los rendimientos adoptados para el movimiento de tierras, y en especial a los movimientos de tierras requeridos para ejecutar las cimentaciones, se ha tenido en cuenta la accesibilidad a la obra y la no existencia de factores condicionantes tales como espacio disponible o molestias asociadas al ruido. En cuanto a flujo de agua del río se refiere; ello, se ha considerado en el rendimiento de las tareas.

Por lo tanto, el movimiento de tierras de la estructura, se ha considerado que influye principalmente en el desbroce y la excavación de tierra vegetal, así como la excavación de terreno adecuado hasta el estrato de cota de cimentación, para la ejecución de los estribos del puente.

Todo lo relacionado entre desbroce, replanteo y movimiento de tierras de la estructura comprende una duración, aproximada, de 1, 1, 1,5 y 1,5 días respectivamente; con un total de 5 días.

3.3. Ejecución de las cimentaciones de los estribos

Una vez realizadas las tareas del apartado anterior, se lleva a cabo las cimentaciones. Esta actividad será realizada por el mismo equipo, de manera secuencial como se puede comprobar el diagrama de Gantt.

Una vez realizada la excavación necesaria, para disponer a la cota prevista en proyecto las cimentaciones, se llevan a cabo las mismas. Debe prestarse especial atención a la estabilidad de las excavaciones, que aunque se trata de situaciones provisionales, deben ser realizadas con suficiente seguridad frente a posibles desprendimientos del suelo de sus taludes. Por ello, las excavaciones, con forma piramidal para darle talud a la misma, poseerán dimensiones mayores que las propias cimentaciones.

Ejecutadas las excavaciones mencionadas, se colocará hormigón de limpieza, siendo de un espesor de unos 10 cm y con un hormigón en masa del tipo HM-15. Este hormigón de limpieza permite ejecutar de forma correcta la cimentación, ya que pueden realizarse los trabajos sobre una zona limpia y nivelada.

Una vez realizado el hormigón de limpieza, se comienza por disponer la ferralla. En el caso que nos ocupa se montará in situ. Se deberán disponer separadores para garantizar que las

armaduras no toman contacto con los encofrados y se ejecuta el cimiento con los recubrimientos especificados en el presente proyecto. Estos separadores podrán ser fabricados con mortero de cemento o elementos de material plástico, prefabricados y diseñados para este cometido específico, además se colocarán en obra con las separaciones recomendadas por la instrucción EHE.

A continuación se disponen los encofrados laterales del cimiento, los que están resueltos con elementos de paneles o tablas de madera. Debe prestarse especial atención a la fijación y apuntalamiento de los encofrados ya que es muy importante que los encofrados no se muevan o desplacen durante el hormigonado y sean estancos. No debe olvidarse que el hormigón en su estado fresco, cuando es volcado en los encofrados, ejerce una presión lateral importante en los paramentos de los elementos que lo contienen.

Antes de hormigonar el cimiento es necesario realizar dos comprobaciones: que el fondo del encofrado esté limpio y que las armaduras dispuestas son las indicadas en proyecto, esto es especialmente necesario en lo referente a las armaduras de espera que serán las que darán continuidad a la armadura de los alzados de los elementos que se empotran en la cimentación.

A posteriori, se procede al hormigonado de los cimientos, teniendo en cuenta que este trabajo debe ser continuo y de no ser posible realizarlo de esta forma, deben ser previstas las juntas de hormigonado, de forma de garantizar el correcto funcionamiento estructural del elemento en que se disponga la junta mencionada.

Una vez realizado el hormigonado, debe prestarse especial atención al curado del hormigón, para ello deben tomarse las medidas necesarias para garantizar que durante las primeras edades del mismo, éste está convenientemente protegido de una prematura pérdida de humedad que produzca fisuras en su superficie. El curado es una de las operaciones más importantes para obtener una resistencia y durabilidad del hormigón adecuadas.

Una vez transcurrido el tiempo previsto para que el elemento hormigonado tenga la resistencia suficiente para ser desencofrado, se retirarán los encofrados y se procederá a continuar con la construcción de los alzados de estribos.

Los tiempos estimados para las operaciones de ejecución de las cimentaciones de los estribos, resultan de una duración de 9 días para cada estribo, de manera solapada, tal como consta en el diagrama de Gantt adjunto al presente anejo, precisándose dos encofrados.

3.4. Ejecución de los estribos

Una vez construidas las cimentaciones, se comienza la construcción de los alzados de los estribos por el montaje de las armaduras. Estas armaduras se solapan con las esperas de las cimentaciones. Una vez montadas las armaduras, y dispuestos los separadores que garanticen los recubrimientos especificados en el proyecto, se encofran las caras de los alzados de los muros. Se emplearán encofrados de paneles fenólicos, que tienen dimensiones estándar y que, unidos por diferentes elementos permiten alcanzar las dimensiones necesarias para cada

superficie a encofrar. Se ejecutará la construcción de cada estribo en una única fase de 2,5 metros de altura.

Cabe destacar la necesidad de que los encofrados de los muros sean debidamente arriostrados, ya que los empujes del hormigón fresco son importantes y deben ser, por tanto, correctamente fijados.

A continuación se realiza el hormigonado del muro y se dejará que alcance la resistencia prevista mediante el correcto curado del hormigón. Una vez finalizada la construcción del muro, se ejecuta la colocación de los tubos de drenaje, no siendo preciso la colocación de material de relleno en el trasdós e intrados, por ser el terreno de la explanada de los caminos adyacentes granular, sin problemas de permeabilidad, ni lavado de finos.

No es preciso la construcción de una losa de transición, puesto que su efecto repartidor de cargas se sustituye por un dimensionamiento de las capas de la explanada y sección de firmes cuyos espesores recomendados por la instrucción son doblados, evitando así la patología de asientos diferenciales.

Para esta actividad de ejecución de alzados se utilizarán dos equipos, los cuales, aproximadamente, consumirán un plazo de 10 días para cada uno de los estribos, realizándose las tareas de manera solapada, mientras uno de los muros se encuentra en fase de curado.

3.5. Ejecución del tablero

Una vez realizadas las tareas de alzados de estribos, se procede a la ejecución del tablero.

Para disponer el encofrado para el hormigonado del mismo, se colocará una cimbra que no incumba en el terreno inferior, ya que si apoyara podrían existir problemas de estabilidad de la cimbra a causa del flujo de agua existente.

La cimbra apoyará en sus extremos en los estribos para así poder realizar un hormigonado continuo a lo largo del tablero. De esta forma, evitamos juntas de hormigonado en el tablero.

El procedimiento de construcción del puente una vez colocada la cimbra y el encofrado pertinente, es similar a la ejecución de las diferentes partes estructurales comentadas en los apartados anteriores. La diferencia radica en la presencia de tendones de pretensado y aligeramientos circulares en la losa.

A medida que se coloca la armadura pasiva, se procede a la instalación de las vainas de postesado, guardando especial atención a la cota de situación y agarre de las mencionadas vainas, ya que cuando se hormigona pueden existir problemas de flotabilidad o hundimiento de las vainas, desfavoreciendo la actividad que ha de realizar el pretensado. Por ello, una vez colocadas las vainas se realizará una verificación de cota con los planos de proyecto, se realizará un correcto replanteo, previo hormigonado, de las vainas.

Se prestará especial atención durante el homigonado a las zonas correspondientes a los anclajes, debido a que por la densidad de armaduras son las zonas más sensibles a que se presenten problemas por un hormigonado deficiente, pudiendose dar patologías de hundimiento en el homigón de las placas de anclaje al tesar.

El problema de la flotabilidad o hundimiento, debido al hormigón fresco, también afecta a los aligeramientos, por ello, se otorgará importancia a la sujeción de los aligeramientos a las armaduras pasivas colocadas adyacentes.

Una vez colocadas las armaduras pasivas, activas y aligeramientos tal y como se definen en los planos de proyecto, se procederá al vertido del hormigón. Éste se realizará mediante dos bombas, y teniendo una bomba de repuesto por si alguna falla. Se debe tener la precaución de no interrumpir el flujo de hormigón, así se evita la posibilidad de juntas de hormigonado y se garantiza el correcto funcionamiento estructural.

Una vez realizado el vertido, se procede al enfilado de los cordones de postesado mediante enfiladora, colocación de las placas de anclaje activo, en ambos extremos de los tendones y se procede a la inyección de lechada, controlando el purgado de las vainas, a través de los tubos dispuestos a tal fin. A posteriori, se tensan a la fuerza definida en proyecto, mediante gatos hidráulicos.

Una vez finalizado el tablero, hasta este punto, se procede al desencofrado y descimbrado del mismo.

Todas las tareas mencionadas anteriormente consumen una duración de tiempo de, aproximadamente, 46 días.

Los **aparatos de apoyo** son colocados durante la construcción del tablero. Los aparatos son de neopreno zunchado y se disponen una capa de mortero de cemento, construida sobre la cara superior de los estribos. Esta cama de mortero tiene por objeto nivelar hasta la cota precisa el plano de apoyo del aparato de neopreno zunchado, sus dimensiones en planta son algo mayores que las de los aparatos de apoyo, sobresaliendo del orden de 3 a 5 cm en todos los lados. Es de gran importancia que la cama de mortero sobre la que se apoya el aparato de neopreno este correctamente nivelada y que sea plana para garantizar el adecuado contacto del neopreno con la cama de apoyo. Esta actividad se prevé que esté realizada en 2 días.

Las **juntas de dilatación** se disponen una vez realizado el pavimento (ver Anejo correspondiente). Las juntas están conformadas por un burlete de goma, y se colocan simplemente disponiendo el perfil dentro del espacio que queda entre el borde del tablero y el de murete de guarda del estribo (ver detalle en plano). La duración de ejecución se prevé de 1 día.

Los **pretilos** son prefabricados. Se colocará mediante taladros en el tablero a posteriori donde se anclarán armaduras longitudinales verticales de cortante fricción a través de una interfase de mortero inyectado de alta resistencia. Esta actividad, aproximadamente, durará 4 días.

La **señalización horizontal** se dispondrá en la calzada del puente y de los viales de acceso acorde a la instrucción 8.2 IC marcas viales. Esta actividad exigirá 0,5 días.

La **señalización vertical** se dispondrá en la calzada del puente y de los viales de acceso acorde a la instrucción 8.1 IC señalización vertical. Esta actividad exigirá 0,5 días.

El **pavimento** del tablero se ajustará a la solución propuesta en el presente proyecto.

Tipo de capa	Espesor	Nomenclatura
Riego de imprimación del tablero	1-5 mm	EAR-1 o ECR-1
Mezcla bituminosa en caliente	5 cm	AC 16 Surf B60/70 S

La duración de esta actividad está prevista en 1 día.

La **prueba de carga** se ejecuta cuando el puente está totalmente acabado, y en la cual hay que definir con precisión los estados de carga a que se someterá el puente así como las mediciones que se han de realizar en correspondencia con dichos estados de carga. Desde el punto de vista práctico, la prueba de carga requiere una inspección previa visual de la estructura, en particular de los aparatos de apoyo, para conocer el estado de la misma antes de someter al puente a la prueba de carga. En el caso de pruebas estáticas, se procede a disponer sobre el puente una serie de vehículos, de la forma especificada en el proyecto de la prueba y con la secuencia también establecida en el mismo. Para cada estado de cargas, una vez lograda la estabilización de las deformaciones de la estructura, se realizan las mediciones de las deformaciones en los puntos previstos en el proyecto, estas mediciones se realizarán antes de someter a las cargas, durante la actuación de las mismas y una vez descargada la estructura. Estas medidas tomadas in situ son posteriormente analizadas, comparándolas con las previsiones teóricas, lo que da lugar a la emisión de un Informe que permite validar el comportamiento de la estructura. Esta actividad consumirá 1 día, aproximadamente.

3.6. Ejecución caminos de acceso al puente

Se remite en este apartado a lo prescrito en el anejo IX "Descripción y cálculo de los caminos de acceso".

Se atenderá a lo prescrito en el apartado ejecución capas de explanada, para el camino este y para el camino oeste.

Se atenderá a lo prescrito en el apartado ejecución de capa de suelocemento, para el camino este y para el camino oeste.

Se atenderá a lo prescrito en el apartado ejecución de sección de firme, para el camino este y para el camino oeste.

La duración de todas las actividades incluidas en la ejecución de las tres unidades de obra enunciadas ocupará una duración total de 28 días.

4. PROCESO CONSTRUCTIVO. DIAGRAMA DE GANTT

El proceso constructivo previsto en la ejecución del puente sobre el río Jiloca, se ha planteado de modo que intervenga el menor número de equipos posible siempre y cuando no suponga un aumento del camino crítico. Por lo tanto, se han planteado todas las actividades de obra a ejecutar, como intervienen en el tiempo de duración de la obra y qué problemas pueden existir en la convivencia de más de un equipo de trabajo en la obra.

Teniendo en cuenta estos condicionantes, la estructura de la obra se ha planteado de la siguiente forma:

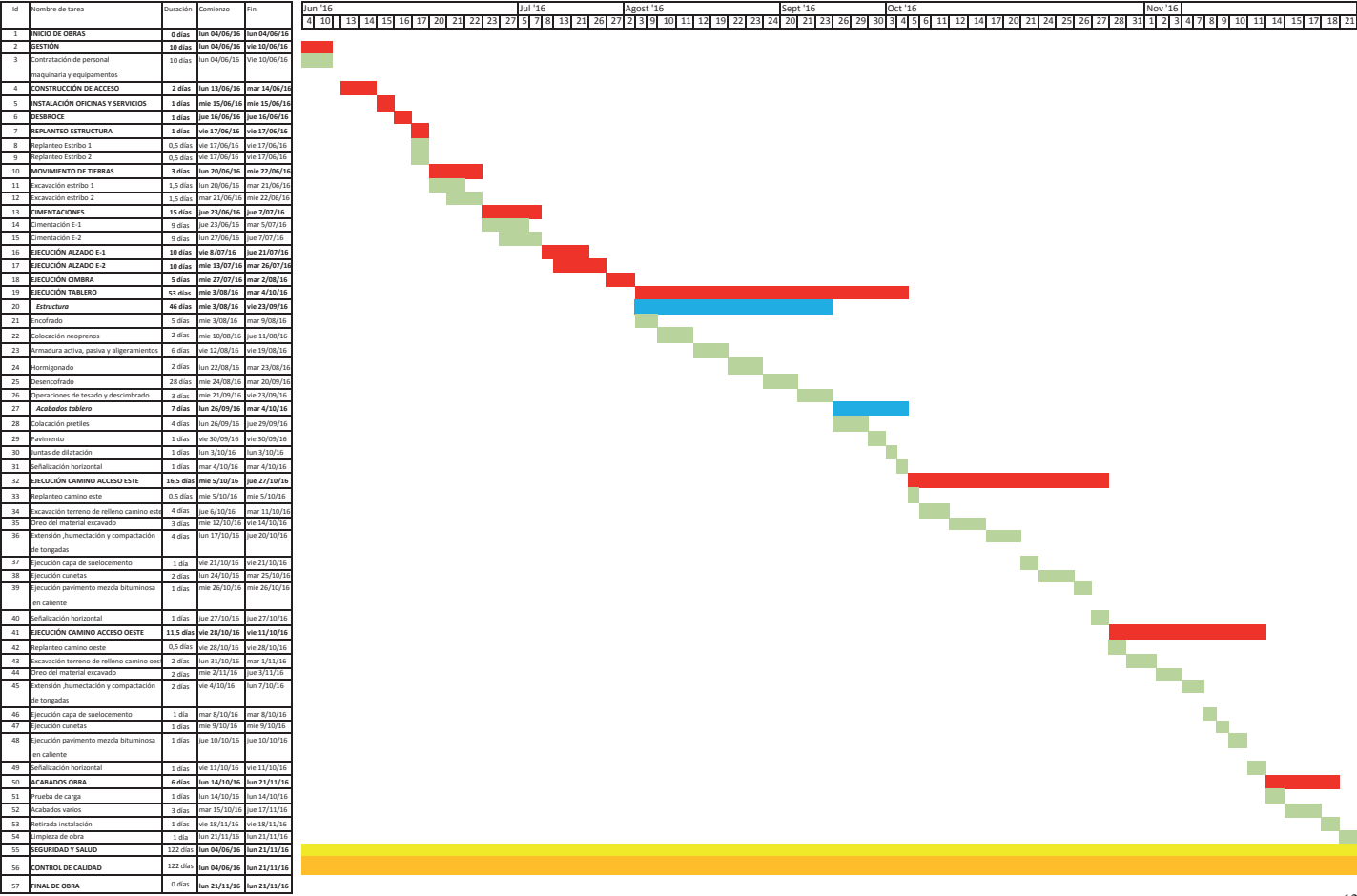
1. Construcción de acceso e instalación de oficinas y servicios: Se realiza mediante 2 equipos. Uno de ellos, se encarga de la construcción de acceso al río para la ejecución de las diversas actividades (2 días), y el otro, se le encomienda la actividad de la instalación de oficinas y servicios (1 día).
2. Desbroce: Se realiza mediante un único equipo y su inicio es posterior al finalizar la construcción del acceso (1 día).
3. Replanteo: Realizado por un único equipo de replanteo. Se replantea en primer lugar el Estribo 1 y posteriormente el Estribo 2. Total de actividad 1 día.
4. Movimiento de Tierras de la estructura: Esta actividad está presente desde el comienzo de la obra, pero la caracterizamos en la excavación de las cimentaciones. Se utilizará un solo equipo. El equipo procederá a la excavación del E-1 (duración de 1.5 días). Una vez haya concluido continuará con la excavación de la cimentación del E-2 (1.5 días). La actividad en conjunto se espera que consuma 3 días.
5. Cimentaciones: Existen un solo equipo de ejecución. El equipo comienza la cimentación del E-1 (7 días). Una vez armada y encofrada la primera cimentación con las esperas dejadas, se encarga de la cimentación del E-2 (7 días), mientras se produce el curado de la primera cimentación. La actividad en conjunto durará 15 días.
7. Alzados de estructuras: Se hace servir el mismo equipo que ha ejecutado las cimentaciones. El equipo realiza el alzado del E-1, cuando haya finalizado la tarea de la última cimentación (duración 10 días para el alzado del E-1). Una vez realizado el E-1 tras el desconfrado a los 10 días, realiza el alzado del E-2 a. El total de la actividad de alzados consume 20 días, aproximadamente.

8. Ejecución cimbra: Existirá un equipo para montar la cimbra correspondiente, con un tiempo aproximado de montaje de 5 días. Se asignará la realización de un proyecto independiente al presente proyecto ,para la realización de la cimbra.
9. Ejecución tablero: Se comenzará una vez colocada la cimbra en toda la longitud del puente. Se establece un consumo de 53 días para finalizar el tablero completamente.
10. Ejecución camino Este: Se utilizará un equipo formado por retroexcavadora,escarificadora , equipos compactadores de rodillo metalico , un compactador de neumaticos,así como equipos especificos de extendido ,mezclado y compactación de suelo cemento y un equipo de extendido de mezcla bituminosa en caliente (mismo servicio utilizado en la ejecución el tablero).También se procederá a la ejecución de las cunetas insitu en las zanjas con las dimensiones prescritas en el presente proyecto, para su posterior revestimiento con HM-15. Todas las actividades involucradas dan lugar a una duración total aproximada de 16,5 días.
11. Ejecución camino Oeste: Se utilizará un equipo formado por retroexcavadora,escarificadora , equipos compactadores de rodillo metalico , un compactador de neumaticos,así como equipos especificos de extendido ,mezclado y compactación de suelo cemento y un equipo de extendido de mezcla bituminosa en caliente (mismo servicio utilizado en la ejecución el tablero).También se procederá a la ejecución de las cunetas insitu en las zanjas con las dimensiones prescritas en el presente proyecto, para su posterior revestimiento con HM-15. Todas las actividades involucradas dan lugar a una duración total aproximada de 11,5 días.
12. Acabos finales de obra: Se concluire la obra con las unidades de obra finales de acabados varios,retirada de instalaciones de obra y limpieza de obra, ocupando el conjunto de las tareas una duración de 5 días.

Todos los consumos de tiempo de las diferentes actividades para la ejecución del puente sobre el Rio Jiloca se puede observar en el posterior diagrama de Gantt,mostrandose una duración total prevista del proyecto de 145 días.

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE NUEVO PUENTE EN BURBÁGUENA SOBRE EL JILOCA
PLAN DE OBRA

Anejo XI: Plan de obra



Anejo XII: Señalización

Anejo XII Señalización

1. Señalización provisonal de la obra

Para la construcción del nuevo puente sobre el rio Jiloca no es necesario el corte de ninguno de los dos carriles existentes en la N-234.

Sin embargo se deberá colocar señalización provisonal tanto vertical como horizontal.

La señalización provisonal de la obra seguirán los criterios establecidos en la Instrucción 8.3-IC “Señalización, balizamiento y defensa de obras”.

La señalización provisonal deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa.

2. Señalización definitiva

2.1. Señalización horizontal.

La señalización horizontal a disponer queda definida como una línea continua a lo largo de la directriz del puente, prohibiendo de este modo el adelantamiento de vehículos.

En la disposición de la señalización horizontal se seguirán los criterios establecidos en la Norma de Carreteras 8.2-IC “Marcas Viales”.

Antes de la aplicación de la marca vial se realizará una inspección del firme para comprobar el estado superficial y los posibles defectos existentes.

Cuando se vaya a ejecutar la señalización horizontal es necesaria una previa limpieza de la superficie para eliminar la suciedad u otros elementos contaminantes que influyan en la calidad y durabilidad de la marca vial.

2.2. Señalización vertical.

Se prevee la inclusión de un señal de reducción de velocidad a 20 Km/h por la naturaleza rural del entorno al que da acceso al puente ,cuyos caminos son utilizados para el tráfico rodado, pero no son aptos para superar dicho limite de seguridad.Se prevee la inclusión de una señal de ceda el paso en el sentido de incorporación del puente a la N-234.

No se prevee en el proyecto señalización semafórica reguladora del tráfico rodado ,puesto que no se ven justificados por la intensidad de tráfico rodado.

Anejo XIII: Clasificación y revisión de precios

Anejo XIII Clasificación del contratista y revisión de precios

ÍNDICE

1. CLASIFICACIÓN DE CONTRATISTAS. GENERALIDADES

1.1 Tipos de obras

1.2 Categoría del contrato

1.3 Clasificación de subgrupos

2. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

2.1 Plazo de ejecución estimado

2.2 Presupuesto total y clasificación

3. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

3.1 Generalidades

Anejo XIII. Clasificación del contratista y revisión de precios

1. Clasificación de contrastistas. General

1.1 Tipos de obras

En el Art. 289 del Reglamento General de Contratación del Estado se establecen 11 grupos distintos (de la A a la K) con los subgrupos correspondientes. Para el caso que nos ocupa los grupos y subgrupos más importantes son:

GRUPO A: MOVIMIENTO DE TIERRAS

Subgrupo 1. Desmontes y vaciados

Subgrupo 2. Explanaciones.

Subgrupo 3. Canteras.

GRUPO B: PUENTES, VIADUCTOS Y GRANDES ESTRUCTURAS

Subgrupo 1. De fábrica u hormigón en masa.

Subgrupo 2. De hormigón armado.

Subgrupo 3. De hormigón pretensado

GRUPO E: HIDRÁULICAS

Subgrupo 1. Abastecimiento y saneamientos.

Subgrupo 2. Presas.

Subgrupo 3. Canales

Subgrupo 4. Acequias y desagües.

Subgrupo 5. Defensas de márgenes y encauzamientos.

Subgrupo 6. Conducciones con tubería de presión de gran diámetro.

Subgrupo 7. Obras hidráulicas sin cualificación específica.

GRUPO G: VIALES Y PISTAS

Subgrupo 4. Con firmes de mezcla bituminosa.

Subgrupo 5. Señalización y balizamientos viales.

Subgrupo 6. Obras viales sin cualificación específica.

1.2 Categoría del contrato

La categoría del contrato, se regirá de acuerdo con la Orden Ministerial de Hacienda de 28 de Marzo de 1968 (B.O.E. del 30 de Marzo de 1968 y 17 de Abril de 1968), y sus posteriores actualizaciones como son la Orden de 15 de Octubre de 1987 (B.O.E. de 30 de Octubre de 1987) y la Orden de 20 de Julio de 1989 (B.O.E. de 3 de Agosto de 1989), y la Orden de 28 de Junio de 1991 (B.O.E. de 24 de Julio de 1991) en cuanto a modificación de las categorías.

CATEGORÍA	ANUALIDAD
a	Menor de 60.000 €
b	Mayor de 60.000€ y menor de 120.000 €
c	Mayor de 120.000€ y menor de 360.000€
d	Mayor de 360.000€ y menor de 840.000€.
e	Mayor de 840.000€ y menor de 2.400.000€.
f	Mayor de 2.400.000€.

1.3 Clasificación de subgrupos

Para que un contratista pueda ser clasificado en un subgrupo de tipo de obras, será preciso que acredite algunas de las circunstancias siguientes:

- Haber ejecutado obras específicas del subgrupo durante el transcurso de los últimos cinco años.
- Haber ejecutado en el último quinquenio obras específicas de otros subgrupos afines del mismo grupo, entendiéndose por subgrupos afines los que presente analogías en cuanto a ejecución y equipos a emplear.
- Haber ejecutado, en el mismo periodo de tiempo señalado en los apartados anteriores, obras específicas de otros subgrupos del mismo grupo que presentes mayor complejidad en cuanto a ejecución y exijan equipos de mayor importancia, por lo que el subgrupo de que se trate pueda considerarse como dependiente de alguno de aquellos.
- Cuando, sin haber ejecutado obras específicas del subgrupo en el último quinquenio, se disponga de suficientes medios financieros, de personal técnico experimentado y maquinaria o equipos de especial aplicación al tipo de obra a que se refiera el subgrupo, o haya realizado obras de esa misma naturaleza en el último decenio.

2. Clasificación del contratista

2.1 Plazo de ejecución estimado

Se va a estimar un plazo de ejecución de la obra en 5,5 meses, estimadamente. Este plazo, se puede observar en el AnejoXI del Plan de Obra.

2.2 Presupuesto total y clasificación

El presupuesto de Ejecución Material de la obra asciende a la cantidad de 172764,52 €.

No tendrán clasificación las partidas de obra que no superen el 20% del total del presupuesto de Ejecución Material.

La anualidad para cada partida “i”, vendrá definida por la siguiente fórmula.

$$(Anualidad)_i = \frac{(PEM)_i * 12 \text{ meses}}{\text{Plazo ejecución obra}}$$

Al ser el plazo de ejecución de la obra inferior al año, no existirá anualidad media. Por ello, se clasificará en función de la partida con mayor presupuesto de ejecución de material.

De acuerdo al PEM contenido en el documento N°4 del presente proyecto la partida con mayor presupuesto del proyecto es:

Capítulo	Presupuesto de ejecución material (€)
Tablero	111748,80

Una vez lo expuesto, el capítulo de mayor PEM es el tablero, por ello, la clasificación del contratista será:

GRUPO B, SUBGRUPO C Y CATEGORIA C

3. Fórmula de revisión de precios

3.1 Generalidades

Desde que el contratista presenta su oferta hasta que realmente se ejecuta la obra, transcurre un tiempo durante el cual los precios de mercado de materiales, maquinaria y mano de obra pueden sufrir variaciones, ya sean incrementos o disminuciones.

Para recoger estas variaciones de precios, la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas establece el procedimiento según el cual se pueden actualizar los precios de las unidades de obra contratadas.

Según el Art. 104 (Título IV, capítulo I) de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, para aplicar la revisión será necesario:

- Que se haya ejecutado al menos el 20% del importe del contrato.
- Que haya transcurrido un año desde su adjudicación.

A lo expuesto, y en cumplimiento del Decreto 3650/1970 de 19 de Diciembre, complementado por el Real Decreto 2167/1981 de 20 de Agosto y del artículo 103 del Real decreto legislativo 2/2000 de 16 de Junio de contratos de las administraciones públicas (BOE 29/6/2000); por tratarse de un contrato de obra en que el plazo de ejecución es inferior a doce meses, éste no tendrá revisión de precios.



DOCUMENTO N° 2 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos de Madrid

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

PROYECTO FIN DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL
Y TERRITORIAL

**PROYECTO CONSTRUCTIVO NUEVO PUENTE EN BURBAGUENA SOBRE EL RIO
JILOCA**

Autor del proyecto: **Manuel Domínguez Herrerías**

Nº de matrícula: **125**

Tutor del proyecto: **Fernando Rodríguez López. Doctor Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos**

INDICE

1. CAPÍTULO I. PRESCRIPCIONES Y DISPOSICIONES GENERALES	
1.1. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES	1
1.1.1 Artículo 1.1 Obras a las que se aplicará este Pliego de Prescripciones Técnicas	1
1.1.2 Artículo 1.2 Pliego general de prescripciones técnicas generales de aplicación	1
1.2. MARCO NORMATIVO	2
1.2.1. Artículo 2.1 Normas administrativas de tipo general	
1.2.2. Artículo 2.2 Normativa Técnica General	3
1.2.3. Artículo 2.4 Otras normas	8
1.2.4. Artículo 2.5 Prelación entre normativas	10
1.2.5. Artículo 2.6 Relaciones entre los documentos del Proyecto y la Normativa	10
2. CAPÍTULO II. UNIDADES DE OBRA	
2.1. MATERIALES BÁSICOS, YACIMIENTOS Y CANTERAS	12
2.1.1. Materiales básicos	12
2.1.2. Yacimientos y canteras	13
2.2. ESTRUCTURAS	14
2.2.1. Armaduras pasivas	15
2.2.3. Armaduras activas para pretensado postesado interior	18
3. CAPÍTULO III. RELACIÓN DE UNIDADES DE OBRA DEL PROYECTO	23
4. CAPÍTULO IV. DIRECCIÓN DE LAS OBRAS	25

1. CAPÍTULO I. PRESCRIPCIONES Y DISPOSICIONES GENERALES

1.1. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES

1.1.1. Obras a las que se aplicará este Pliego de Prescripciones Técnicas

Las obras son las correspondientes al PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN PUENTE EN BURBAGUENA SOBRE EL RIO JILOCA.

Las obras se realizarán de acuerdo con los Planos del Proyecto utilizado para la adjudicación.

Será responsabilidad del Contratista la elaboración de cuantos planos complementarios de detalle sean necesarios para la correcta realización de las obras.

El Contratista dispondrá en obra de una copia completa de los Pliegos de Prescripciones, un juego completo de los planos del proyecto, así como copias de todos los planos complementarios desarrollados por el Contratista o de los revisados suministrados por la Dirección de Obra, junto con las instrucciones y especificaciones complementarias que pudieran acompañarlos.

1.1.2. Pliego general de prescripciones técnicas generales de aplicación

Será de aplicación en el presente proyecto el pliego general de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, en concreto lo prescrito en:

- La parte nº 1 Introducción y generalidades
- La parte nº 2 Materiales básicos
- La parte nº 3 Explanaciones
- la parte nº 4 Drenaje
- La parte nº 5 Firmes y pavimentos
- La parte nº 6 Puentes y estructuras
- La parte nº 7 Elementos de señalización, balizamiento y defensa de las carreteras
- Las ordenes circulares vinculadas al PG-3.

1.2. MARCO NORMATIVO

1.2.1. Normas administrativas de tipo general

Será de obligado cumplimiento todo lo establecido en la Normativa Legal sobre contratos con el Estado. En consecuencia serán de aplicación las disposiciones que, sin carácter limitativo, se indican a continuación:

- L.C.A.P. Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. Ley 2/2000 de 16 de Febrero.
- R.G.L.C.A. Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. Real Decreto 1098/2001.
- C.A.G. Pliego de Cláusulas Administrativas para la contratación de obras del Estado de 31 de diciembre de 1970.
- Ley 16/1987 de 30 de julio de Ordenación de los Transportes Terrestres.
- R.D. 1211/1990, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres y sus modificaciones posteriores: R.D. 858/1994, de 29 de Abril; R.D. 1772/1994, de 5 de Agosto; R.D. 1136/1997, de 11 de Julio; R.D. 927/1998, de 14 de Mayo; R.D. 1830/1999, de 3 de Diciembre; R.D. 780/2001, de 6 de Julio; O.M. de 02.08.01; O.M. de 19.10.01.
- Ley 25/1988 de Carreteras (30 de julio de 1988 B.O.E. 182).
- Reglamento General de Carreteras 1812/1994 (B.O.E. 228 de 23.9.94), y las modificaciones del Real Decreto 1911/1997 (B.O.E. 9 de 10.1.97), 597/99 (BOE 29.04.99) y 114/01 (BOE 21.02.01).
- Estatuto de los Trabajadores. R.D.L. 1/1995 de 24 de marzo y modificaciones posteriores.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M.28.8.70) (B.O.E. 5-7-8-9.9.70).
- R.D. 286/2006 sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido (BOE 11.03.06)

1.2.2. Normativa Técnica General

Será de aplicación la Normativa Técnica vigente en España en la fecha de la contratación de las obras. En particular se observarán las Normas o Instrucciones de la siguiente relación, entendiendo incluidas las adiciones y modificaciones que se produzcan hasta la citada fecha:

- R.C./03 Instrucción para la recepción de cementos.
- E.H.E. Instrucción de Hormigón Estructural (B.O.E. 13.01.99) y sus modificaciones posteriores: R.D. 996/1999, de 11 de junio.
- R.P.H. Recomendaciones prácticas para una buena protección del hormigón I.E.T.
- E.F.H.E. Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural con elementos prefabricados. R.D. 642/2002, de 5 de julio (BOE 06.08.02) y corrección de errores (BOE 30.11.02).
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 28.03.06).
- EC-1 Eurocódigo 1 Bases de proyecto y acciones en estructuras. UNE-ENV 1991.
- EC-2 Eurocódigo 2 Proyecto de estructuras de hormigón. UNE-ENV 1992.
- EC-3 Proyecto de estructuras de acero. UNE-ENV 1997-1.
- EC-4 Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón. UNE-ENV 1994
- V.A.P.-70 Instrucción para la fabricación de viguetas autorresistentes de hormigón pretensado.
- R.D. 1313/88, de 28 de octubre, y la modificación de su anexo realizada por la O.M. de 4 de Febrero de 1992, por el que se declara obligatoria la homologación de cementos para prefabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados.
- I.A.P. Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera (1998).

- P.G.-3/75 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes, (O.M. 6/2/1976) y sus modificaciones posteriores (O.M. 21/1/1988, O.M. 8/5/1989, O.M. 13/02/2002, O.M. 16/05/2002 O.O.C.C. de la D.G.C.).
- I.S.F. Instrucción 6.1-IC Secciones de firme y capas estructurales de firmes, 2003. ORDEN FOM/3460/2003 de 28 de noviembre (B.O.E. 12.12.03).
- Instrucción 3.1-IC Trazado de la Instrucción de Carreteras, O.M. de 27.12.99 y modificaciones posteriores: O.M. de 13.09.01 (BOE de 26 de septiembre 2001).
- Instrucción 5.2-IC Drenaje superficial de Carreteras. O.M. 14.05.90 (BOE de 23 de mayo 1990).
- Norma 8.3.-I.C sobre "Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado". (O.M. 31.08.87)
- Instrucciones para la propuesta y fijación de fórmulas polinómicas de revisión de precios en los proyectos de obras de la D.G.C. (O.C. nº316/91 P y P).
- EC-4 Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón. UNE-ENV 1994
- M.C.F. Manual de control de fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas. (1978)
- UNE-21003 Cobre, tipo recocido e industrial, para aplicaciones eléctricas.
- UNE-21011 Alambres de cobre duro de sección recta circular. Características.
- UNE-21014 Alambres de aluminio para conductores de líneas eléctricas aéreas.
- UNE-21019 Cables de acero galvanizado para conductores de tierra en las líneas eléctricas aéreas.
- UNE-36016 Aceros inoxidables, forjados o laminados de uso general.
- UNE-36065 Barras corrugadas de acero soldable con características especiales de ductilidad para armaduras de hormigón armado.
- UNE-36068. Barras corrugadas de acero soldable para armaduras de hormigón armado.

- UNE-36080. Aceros no aleados de uso general.
- UNE-36092. Mallas electrosoldadas de acero para armadura de hormigón armado.
- UNE-36094. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado.
- UNE-92110. Materiales aislantes térmicos utilizados en la edificación. Productos de poliestireno expandido (EPS). Especificaciones.
- UNE-37201. Plomo. Definiciones y calidades.
- UNE-83600 Hormigón y morteros proyectados. Clasificación y definiciones.
- N.T.E. Normas Tecnológicas de la Edificación.
- N.I.E. Normas para instalaciones eléctricas en edificios, del Instituto Eduardo Torroja.
- R.L.A.T. Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión. Decreto 3151/1968 de 28 de noviembre (B.O.E. nº 31 de 27.12.6- 8).
- R.A.B.T. Reglamento electrotécnico de alta y baja tensión (año 2002) que contiene: Reglamento. Centrales Generadoras, Reglamento. Estaciones de Transformación, Reglamento de Alta Tensión.
- Reglamento de Baja Tensión. RD 842/2002, de 2 de agosto
- P.C.E. Pliego de condiciones de edificaciones, del Centro Experimental de Arquitectura.
- N.I.A. Normas acústicas en la Edificación del Instituto Eduardo Torroja.
- I.S.V. Normas tecnológicas de la Edificación NTE-ISV. Instalaciones de Salubridad, Ventilación, del Ministerio de la Vivienda.
- N.C.H. Normas del Instituto Eduardo Torroja sobre carpintería de huecos.
- P.R.Y. Pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción.
- N.O.F. Normas del Instituto Eduardo Torroja sobre obras de fábrica.

- E.M.-62 Instrucción para estructura de acero del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento.
- NBE-FL/90. Muros resistentes de fábrica de ladrillo (R.D.1723/1990 de 20 de Diciembre).
- NBE EA-95 Norma Básica para las estructuras de acero en la edificación RD 1829/1995, de 10 de noviembre.
- E.T.P. Normas de Pinturas del Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales Esteban Terradas.
- Recomendaciones para dimensionar túneles ferroviarios por efectos aerodinámicos de presión sobre viajeros (Ministerio de Fomento, 2001)
- M.R.C.E. Energía: Medidas a adoptar en edificaciones con objeto de reducir el consumo de energía. Decreto 1490/1975 de 12 de junio (B.O.E. 11.7.1975).
- P.C.T.A. Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura según el Reglamento de la Ley de Contratos del Estado. Año 1960.
- I.B.T. Electricidad: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Decreto 2413/1973 de 20 de septiembre (B.O.E. 242 de 9.10.1973).
- N.C.B.T. Normas complementarias para la aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Orden del Ministerio de Industria de 31 de octubre de 1973 (B.O.E. 27-28-29-31.12.1973).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación. R.D. 3275/1982, de 12 de noviembre.
- A.I.E. Regulación de medida de aislamiento de las instalaciones eléctricas. Resolución de la Dirección General de Energía (B.O.E. 7.5.1974).
- R.I.E. Recomendaciones técnicas para las instalaciones eléctricas en edificios.
- NCSE-02 Norma Sismorresistente. (Real Decreto de 27 de Septiembre 2002).
- T.D.C. Pliego General de Condiciones Facultativas para la fabricación, transporte y montaje de tuberías de hormigón de la Asociación Técnica de Derivados del Cemento.

- T.A.A. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las tuberías de abastecimiento de Agua (O.M. 28-Julio-1984).
- T.S.P. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones. (O.M. 15-Septiembre-1986).
- N.L.T. Normas de ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- M.E.L.C. Métodos de Ensayo del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales.
- RB-90 PPTG para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción.(O.M. 4-Julio-1990).
- RL-88 PGC para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción (O.M. 27-Julio-1988).
- Orden FOM/891/2004 Recepción de cales en obras de estabilización de suelos.
- Instrucción Española de Carreteras, I.C.
- Recomendaciones para el control de calidad de obras en carreteras, D.G.C. 1978.
- Pruebas de carga en puentes de carretera. Ministerio de Fomento, 1999.
- Recomendación para la fabricación, transporte y montaje de tubos de hormigón en masa (THM/73, Instituto E.T. de la Construcción y del Cemento).
- Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos OC 321/95 T y P de la D.G.C.
- Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera (M.O.P.U. 1982).
- Instrucción 8.1-IC Señalización Vertical (BOE 29.01.00)
- O.M. de 16-Julio de 1987 sobre marcas viales (Norma 8.2.-I.C.).

1.2.3. Otras normas

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9.3.71)(B.O.E. 16.3.71).
- Plan Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9.3.71)(B.O.E. 11.3.71).
- R.D. 485, 486, 487 y 488/1997 de 14 de Abril, R.D. 664 y 665/1997 de 12 de mayo, O.M. 25.03.98, R.D. 773/1997 de 30 de mayo, RD 1215/1997 de 18 de julio, R.D. 374/2001 de 6 de abril y R.D. 614/2001 de 8 de junio; sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en los lugares de trabajo.
- O.M. de 27 de junio de 1997, de desarrollo del Reglamento de servicios de prevención
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual
- R.D. 1389/1997 de 5 de Septiembre, sobre disposiciones mínimas para proteger la seguridad y salud en actividades mineras.
- Ley 10/1998 de 21 de Abril, de Residuos.
- Orden de 16 de Abril de 1998 sobre Normas de Procedimiento y Desarrollo del Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (R.D. 1942/1993)
- R.D. 614/2001 de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción B.O.E. 256 de 25 de octubre.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20.5.52) (B.O.E. 15.6.52).
- Ley 31/1995. Ley de prevención de riesgos laborales de 8 de noviembre. B.O.E. 269 de 10 de noviembre.
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de Reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.

- R.D. 171/2004 de 30 de enero, de desarrollo del art. 24 de la Ley 31/1995.
- Reglamento de explosivos de 16.2.98 (B.O.E. 12.3.98).
- Reglamento de aparatos elevadores para obras (O.M. 23.5.77) (B.O.E. 14.6.77).
- Reglamento de normas básicas de seguridad minera (Real Decreto 863/85. 2.4.87)(B.O.E. 12.6.85).
- Ley de Protección del Medio Ambiente (B.O.E. 23.3.1979).
- Ley 3/1995 de 23 de Marzo, de Vías Pecuarias (deroga la Ley 22/1974).
- R.D. 2876/1978 de 3 de Noviembre, de aprobación del Reglamento de la Ley 22/1974.
- Normas ISO 9000 sobre Sistemas de Calidad e ISO 14000 sobre Sistemas de Gestión Medio-ambiental.
- O.M. de 31 de agosto de 1987 sobre "Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado". Norma 8.3.-I.C. y en particular sus artículos 2 a 6, ambos inclusive.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 780/1998 de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/97 de 17 de enero.
- Ley de Aguas, R.D. 1/2001, de 20 de julio (BOE 24.07.01) y corrección de errores (BOE 30.11.01)
- R.D. 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- R.D. 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.

- R.D. 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria, “MIE-AEM-4” del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- R.D. 1311/2005, de 4 de Noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Ley 37/2003, de 17 de Noviembre, del Ruido y R.D. 1513/2005 de 16 de diciembre.
- Toda otra disposición legal vigente durante la obra, y particularmente las de seguridad y señalización.

Será responsabilidad del Contratista conocerlas y cumplirlas sin poder alegar en ningún caso que no se le haya hecho comunicación explícita al respecto.

1.2.4. Prelación entre normativas

Las normas de este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares prevalecerán, en su caso, sobre las de la Normativa Técnica General.

Si en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no figurará referencia a determinados artículos del Pliego General, se entenderá que se mantienen las prescripciones de la Normativa Técnica General.

1.2.5. Relaciones entre los documentos del Proyecto y la Normativa

1.2.5.1. Contradicciones entre Documentos del Proyecto

En el caso de que aparezcan contradicciones entre los Documentos contractuales (Pliego de Condiciones, Planos y Cuadros de precios), la interpretación corresponderá al Director de Obra, estableciéndose el criterio general de que, salvo indicación en contrario, prevalece lo establecido en el Pliego de Condiciones.

Concretamente: Caso de darse contradicción entre Memoria y Planos, prevalecerán éstos sobre aquélla. Entre Memoria y Presupuesto, prevalecerá éste sobre aquélla. Caso de contradicción entre el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y los Cuadros de Precios, prevalecerá aquél sobre éstos.

Dentro del Presupuesto, caso de haber contradicción entre Cuadro de Precios y Presupuesto, prevalecerá aquél sobre éste. El Cuadro de Precios nº 1 prevalecerá sobre el Cuadro de Precios nº 2, y en aquél prevalecerá lo expresado en letra sobre lo escrito en cifras.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos; siempre que, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tenga precio en el Contrato.

El Contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del Ingeniero Director de las obras cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del Proyecto o cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del Proyecto.

1.2.5.2. Contradicciones entre el Proyecto y la legislación administrativa general

En este caso prevalecerán las disposiciones generales (Leyes, Reglamentos...y R.D.).

1.2.5.3. Contradicciones entre el Proyecto y la Normativa Técnica

Como criterio general, prevalecerá lo establecido en el Proyecto, salvo que en el Pliego se haga remisión expresa de que es de aplicación preferente un Artículo preciso de una Norma concreta, en cuyo caso prevalecerá lo establecido en dicho Artículo.

2. CAPÍTULO II. UNIDADES DE OBRA

2.1. MATERIALES BÁSICOS, YACIMIENTOS Y CANTERAS

2.1.1 Materiales básicos

- *Conglomerantes hidráulicos*

El cemento a emplear en los distintos tipos de hormigones será el definido en los artículos correspondientes del presente pliego, y sus características y condiciones de utilización se ajustarán a las especificaciones que fija la Instrucción para la recepción de cementos R.C./03. En la prefabricación de elementos de hormigón será de total aplicación la homologación de los cementos utilizados, con arreglo a lo estipulado en la correspondiente O.M. de 4.02.92.

- *Ligantes Bituminosos*

El ligante bituminoso a emplear en los riegos de imprimación, riegos de adherencia, tratamientos superficiales y mezclas asfálticas en caliente, será el definido en los artículos correspondientes del presente pliego, y sus características y condiciones de utilización se ajustarán a las definidas en las normas específicas citadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes, PG-3/75 (y sus modificaciones posteriores), así como en el Manual de control de fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas, de 1978, publicado por la Dirección General de Carreteras.

- *Aceros para hormigón armado y pretensado*

Las barras y cables de acero a emplear en las estructuras de hormigón armado y pretensado serán de los tipos definidos en los planos del presente proyecto, y sus características y condiciones de utilización se ajustarán a las especificaciones que fijan la Instrucción EHE.

- *Otros materiales básicos*

Los materiales cerámicos, las pinturas, y otros materiales básicos que deban incorporarse a las unidades de obra definidas en el Pliego y Planos del presente proyecto, se ajustarán a las especificaciones que fijan las normas específicas, dentro de la Normativa Técnica General relacionada en el Capítulo I Prescripciones y disposiciones generales.

- *Medición y abono*

La medición y abono de los materiales básicos están considerados, en cada caso, dentro de los correspondientes a la Unidad de Obra de la que forman parte integrante.

2.1.2. Yacimientos y canteras

Los materiales necesarios para la ejecución de los terraplenes, hormigones y capas de asiento del presente proyecto, podrán tener cualquiera de las procedencias especificadas en el Estudio de Materiales y que cumplan con lo establecido en la Declaración de Impacto Ambiental, que determina que las canteras corresponderán a zonas de extracción debidamente legalizadas y con planes de restauración aprobados.

Por lo tanto, previamente al inicio de las obras, el Contratista presentará un informe que tendrá como mínimo el siguiente alcance:

- Permisos y autorización de la explotación en funcionamiento y plan de restauración aprobado por la Autoridad Competente.
- Resultados de la prospección arqueológica realizada en las zonas de posibles préstamos previo al comienzo de las obras, y programa de actuaciones arqueológicas, en su caso, redactado en coordinación con el Órgano Competente.
- Plan de explotación, indicando los medios de excavación, accesos y transporte a obra, el tratamiento adicional, en su caso, de los materiales extraídos, y el plan de ensayos a realizar, previos a la explotación y en el curso de la misma.
- Medidas para prevenir la contaminación del material útil y el depósito o eliminación del material desechable, así como medidas para garantizar la seguridad durante la explotación.
- Medidas de protección y corrección, tanto en lo relativo a la agresión al medio-ambiente (ruido, polvo, etc.), como tras la explotación (rellenos, plantaciones, etc.), siguiendo indicaciones contenidas en el presente Pliego y en general las establecidas en la Declaración de Impacto Ambiental.

Las condiciones que deben cumplir los materiales procedentes de yacimientos y canteras, son las que se definen en el artículo correspondiente a la unidad de obra de la que forman parte o, en su defecto, las definidas en los Pliegos y Normativa general.

Los costes de explotación y obtención de los materiales a partir de los yacimientos o canteras autorizados, (canon de extracción, transportes, etc.), ya sean o no los previstos o recomendados en el Estudio de Materiales, se entienden incluidos en el precio de la unidad de obra correspondiente.

En lo que respecta al transporte a obra, sólo existe un abono suplementario por cada kilómetro de distancia a partir de 4 km, para el transporte de productos de la excavación de la traza a vertedero, o de préstamos al punto de empleo en terraplenes. En todos los demás casos, el precio de la unidad de obra incluye el transporte del material de cualquier procedencia y cualquiera que sea la distancia a su punto de empleo en obra.

2.2 ESTRUCTURAS

En este apartado se desarrollarán 2 de las unidades de obra que presenta el proyecto de un puente de carretera como el proyecto que ocupa las presentes prescripciones técnicas particulares. Las 2 unidades de obra elegidas son "Armaduras pasivas" y armaduras activas del tablero postesado" .

Cabe destacar que dichas unidades de obra se han elegido por destacar la naturaleza de una construcción de hormigón armado postesado, lo cual no deja de lado la importancia del resto de unidades de obra de un proyecto de puente carretero ,que no se desarrollan por el caracter académico del presente documento.

2.2.1 ARMADURAS PASIVAS

2.2.1.1 DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

- Definición

Se definen como armaduras pasivas las utilizadas para armar el hormigón, formadas por barras de acero corrugadas y/o mallas electrosoldadas, cumpliendo lo especificado en el Pliego PG-3 y la Instrucción EHE.

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Despiece de las armaduras.
- Cortado y doblado de las armaduras.
- Colocación de separadores.
- Colocación de las armaduras.
- Atado o soldado de las armaduras, en su caso.

- Condiciones generales

Los alambres y barras corrugadas no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras. La sección equivalente de los alambres y barras no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5%) de su sección nominal.

Las armaduras se ajustarán a la designación y características mecánicas indicadas en los planos del Proyecto, y deben llevar grabadas las marcas de identificación definidas en la EHE.

El Contratista deberá aportar certificados del suministrador de cada partida que llegue a obra, en los que se garanticen las características del material.

Para el transporte de barras de diámetros hasta diez (10) milímetros, podrán utilizarse rollos de un diámetro mínimo interior igual a cincuenta (50) veces el diámetro de la barra.

Las barras de diámetros superiores, se suministrarán sin curvatura alguna, o bien dobladas ya en forma precisa para su colocación.

Para la puesta en obra, la forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos. Cuando en éstos no aparezcan especificados los empalmes o solapes de algunas barras, su distribución se hará de forma que el número de empalmes o solapes sea mínimo, debiendo el Contratista, en cualquier caso, realizar y entregar al Director de las obras los correspondientes esquemas de despiece.

Se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separados del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

El doblado de las armaduras se realizará según lo especificado en el Artículo 600 del PG-3, así como en la EHE.

Se tendrán en cuenta las exigencias que incorporan los nuevos Artículos 240 y 241 del PG-3 incluidos en la O.M. FOM/475 de 13/02/02

2.2.1.2 CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

El contratista ha de presentar a la D.O. para su aprobación, y con suficiente antelación, una propuesta de despiece de las armaduras de todos los elementos a hormigonar.

El despiece ha de contener la forma y medidas exactas de las armaduras definidas en el Proyecto.

Ha de indicar claramente el lugar donde se producen los empalmes y el número y longitud de éstos.

Ha de detallar y despiezar todas las armaduras auxiliares.

Todas y cada una de las figuras han de estar numeradas en la hoja de despiece, en correspondencia con el Proyecto.

En la hoja de despiece han de ser expresados los pesos totales de cada figura.

Prescripciones técnicas particulares

Las armaduras se colocarán limpias y exentas de toda suciedad y óxido adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los Planos y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón.

El control de calidad se realizará a nivel normal. Se realizarán dos (2) ensayos de doblado-desdoblado cada veinte (20) t de acero colocado, verificándose asimismo la sección equivalente. Cada cincuenta (50) t se realizarán ensayos para determinar las características mecánicas (límite elástico y rotura).

Salvo otras instrucciones que consten en los Planos, el recubrimiento mínimo de las armaduras será el siguiente:

- Paramentos expuestos a la intemperie: 3,0 cm.
- Paramentos en contacto con tierras, impermeabilizados: 3,0 cm.
- Paramentos en contacto con tierras, sin impermeabilizar: 3,0 cm.

Caso de tratar las superficies vistas del hormigón por cincelado, el recubrimiento de la armadura se aumentará en un centímetro (1 cm). Este aumento se realizará en el espesor de hormigón sin variar la disposición de la armadura.

Los espaciadores entre las armaduras y los encofrados o moldes serán de hormigón suficientemente resistente con alambre de atadura empotrado en él, o bien de otro material adecuado. Las muestras de los mismos se someterán al Director de las Obras antes de su utilización, y su coste se incluye en los precios unitarios de la armadura.

En los cruces de barras y zonas críticas se prepararán con antelación, planos exactos a escala de las armaduras, detallando los distintos redondos que se entrecruzan.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener del Director de Obra o la persona en quien delegue la aprobación por escrito de las armaduras colocadas.

2.2.1.3 MEDICIÓN Y ABONO

– *Kg de acero en barras para armar.*

La unidad se medirá por los kg que figuren en los planos de despieces elaborados por el contratista y aprobados por la Dirección de Obra.

El precio incluye el despiece de las armaduras. Cortado y doblado de las armaduras. Colocación de separadores. Colocación de las armaduras. Atado o soldado de las armaduras, en su caso.

El precio incluye las pérdidas y los incrementos de material correspondientes a recortes, ataduras, empalmes, separadores, y todos los medios necesarios para llevar el hierro a corte de obra, así como la maquinaria necesaria.

El precio incluye la ejecución de las operaciones anteriormente descritas, en turnos continuos de trabajo diurnos o nocturnos en cualquier día y época del año, los elementos auxiliares de iluminación y energía que sean necesarios para trabajos nocturnos, los accesos y posicionamientos en zonas con cortes de tráfico, los acopios intermedios y los desplazamientos de cualquier elementos auxiliar que se precise, para obtener altos rendimientos de ejecución, sin que haya lugar a sobreprecio o reclamación alguna por estas u otras circunstancias presentes en la obra, dando por sentado que se ha realizado un estudio exhaustivo de la ejecución de la unidad en el plazo previsto.

2.2.2 ARMADURAS ACTIVAS PARA PRETENSADO

2.2.2.1 DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

- Definición

Se definen como armaduras activas, las que están formadas por tendones (alambres o cordones) de acero de alta resistencia, mediante los cuales se introduce el esfuerzo de tesado, y cumplen lo especificado en el Pliego PG-3 y la Instrucción EHE.

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Suministro de las armaduras.
- Colocación y fijación de las vainas.
- Colocación de los anclajes.
- Enfilado de las armaduras.
- Tesado de las armaduras.
- Anclaje de las armaduras.
- Inyección de la lechada de cemento dentro de las vainas.

Condiciones generales

Las armaduras se ajustarán a la designación y características mecánicas indicadas en los planos del Proyecto. En cuanto a la relajación del acero a las 1.000 horas, en las condiciones especificadas por la EHE, no superará el 2% para los alambres y cordones, bajo garantía certificada por el fabricante.

El suministro y almacenamiento se podrá realizar en rollos de diámetro superior a seiscientos (600) mm.

El Contratista deberá presentar para cada partida recibida en obra, el certificado del fabricante que garantiza las características del material.

En el momento de colocarse en la obra, las armaduras han de estar limpias, sin grasa, aceite, polvo, pintura, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su conservación y adherencia. No ha de presentar indicios de corrosión, defectos superficiales aparentes, puntos de soldadura, pliegues o doblamientos.

Se tendrán en cuenta las exigencias que incorporan los Artículos 243, 244, 245, 246, 247 y 248 del PG-3 incluidos en la O.M. FOM/475 de 13/02/02.

2.2.2.2 *CONDICIONES DEL PROCESO DE EJECUCIÓN*

No se permite dejar las vainas sobre el fondo del encofrado para levantarlas después, a medida que se hormigona la pieza, hasta situarlas en la posición requerida.

Una vez la D.O. haya comprobado la colocación y fijación de las vainas, se pueden iniciar las fases de colocación de anclajes y enfilado de armaduras.

El montaje de dispositivos de anclaje se ha de realizar siguiendo estrictamente las especificaciones propias del sistema utilizado.

Se han de adoptar las precauciones necesarias para evitar que las armaduras sufran daños al colocarlas, especialmente en cortaduras o calentamientos locales que pueden modificar sus características. En especial, se han de evitar las operaciones de soldadura en las proximidades de la zona activa de las armaduras.

Cualquier ajuste de longitud o arreglo de los extremos de la armadura se ha de hacer mecánicamente o por oxicorte y, en este último caso, la zona de acero afectada ha de quedar fuera de la zona activa. En caso de utilizar el soplete, se ha de evitar que la llama afecte a otros tendones ya tesados.

Una vez colocados los tendones, y antes de autorizar el hormigonado, la D.O. ha de revisar tanto las armaduras como las vainas, anclajes y demás elementos ya dispuestos a su posición definitiva y constatar su concordancia con las indicadas en el Proyecto, así como su estanqueidad.

El contratista ha de presentar a la D.O. para su aprobación y con suficiente antelación, el sistema de pretensado.

El tesado no se ha de iniciar sin la autorización de la D.O., la cual ha de comprobar que el hormigón ha alcanzado la resistencia mínima para empezar la operación, según los resultados de la rotura de probetas de hormigón y lo establecido en el programa de tesado.

Antes de empezar las operaciones de tesado se ha de comprobar el calibrado de los gatos.

Se ha de comprobar el estado del equipo de tesado y se ha de realizar el tesado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del sistema utilizado. En particular, se ha de tener cuidado que el gato se coloque perpendicularmente y centrado respecto al anclaje.

No puede haber más personal que el que haya de tesar, en las proximidades de la zona. Por detrás de los gatos, se han de colocar protecciones resistentes y se prohibirá, durante el tesado, el paso entre estas protecciones y el gato.

Se ha de seguir el programa de tesado, de acuerdo con el proyecto, definiendo al menos: el orden de tesado; eventualmente, las sucesivas etapas parciales de pretensado; el valor de tensión en los anclajes, y los alargamientos que han de obtenerse.

El tesado se ha de efectuar por operarios cualificados. Y cuando la temperatura sea inferior a 2°C, requiere precauciones especiales, a definir por la Dirección de Obra.

Para poder tomar lectura de los alargamientos, la carga del tesado se ha de introducir por escalones. Como mínimo se han de hacer los dos siguientes: un primero, hasta conseguir un 10% de la fuerza máxima, y el segundo hasta la carga prevista.

Si los alargamientos medidos superan las tolerancias admitidas respecto a los previstos, se han de examinar las posibles causas de variación, como errores de lectura, de sección de las armaduras, de módulos de elasticidad o coeficientes de roce, rotura de algún elemento del tendón, tapones, u otros, y se ha de proceder a un retesado con nueva medición de alargamientos, previa aprobación de la D.O.

No se permite el corte de cables para proceder a la inyección, si no es con la autorización expresa de la D.O.

Antes de inyectar se ha de limpiar el conducto con aire a presión, observando si éste sale por el otro extremo de forma regular. En caso de haber algún tapón, se han de tomar las medidas oportunas para asegurar la inyección correcta.

Las conexiones de las bocas de inyección han de estar limpias de hormigón o cualquier otro material, y han de ser herméticas, para evitar posibles arrastres.

No se ha de inyectar si se prevén heladas en un plazo de 2 días, ni cuando la temperatura de la pieza sea inferior a 5°C; de no ser posible cumplir esta prescripción, se tomarán medidas como el calentamiento del elemento o de la lechada, siempre que sean aprobadas por la D.O.

Antes de iniciar la inyección se han de abrir todos los tubos de purga.

La inyección ha de hacerse desde el anclaje más bajo o desde el tubo de purga inferior del conducto.

No han de transcurrir más de 30 minutos desde el amasado hasta el inicio de la inyección, a menos que se utilicen retardadores.

La bomba ha de proporcionar una inyección continua e ininterrumpida de cada conducto, y con la uniformidad necesaria para no producir segregaciones.

A medida que la inyección vaya saliendo por los sucesivos tubos de purga más próximos al punto por donde se inyecta, se han de ir cerrando éstos, dejando que fluya previamente por ellos la lechada hasta que tenga la misma consistencia que la que se inyecta.

Cuando se inyecte en conductos largos y ondulados, donde se precise una presión elevada, se puede cerrar el extremo por el que se ha iniciado la inyección y continuarla por los sucesivos tubos de purga.

En conductos muy largos o de gran sección útil, puede ser necesaria la reinyección, después de 2 horas, para compensar la eventual reducción de volumen de la mezcla.

- *Control de calidad*

Para el control de calidad del acero, se tomarán dos probetas cada diez (10) t de armadura, verificándose la sección equivalente y realizándose ensayos de doblado-desdoblado. Cada cincuenta (50) t se realizarán ensayos de comprobación de límite elástico, carga de rotura y alargamiento bajo carga máxima.

El control de la fuerza de pretensado introducida se realizará midiendo simultáneamente el esfuerzo ejercido por el gato y el alargamiento experimentado por la armadura. Los valores se anotarán en la correspondiente tabla de tesado.

El control de los dispositivos de anclaje, de las vainas y accesorios, así como de los equipos de tesado y de los productos de inyección, se llevará a cabo de acuerdo con lo especificado en los artículos correspondientes de la EHE.

2.2.2.3. MEDICIÓN Y ABONO

– *Kg. de acero especial para pretensar*

La unidad se medirá por los kg que figuren en los planos de despieces elaborados por el contratista y aprobados por la Dirección de Obra.

El precio incluye el suministro de las armaduras. Colocación y fijación de las vainas. Colocación de los anclajes. Enfilado de las armaduras. Tesado de las armaduras. Anclaje de las armaduras. Inyección de la lechada de cemento dentro de las vainas. Las vainas, empalmes, anclajes, acopladores y demás accesorios se consideran incluidos en el precio de la unidad, así como la colocación, tesado, inyección y eventuales cánones y patentes de utilización. El precio incluye las pérdidas y los incrementos de material correspondientes a recortes, ataduras, empalmes, separadores, y todos los medios necesarios para llevar el acero a corte de obra, así como la maquinaria necesaria.

El precio incluye la ejecución de las operaciones anteriormente descritas, en turnos continuos de trabajo diurnos o nocturnos en cualquier día y época del año, los elementos auxiliares de iluminación y energía que sean necesarios para trabajos nocturnos, los accesos y posicionamientos en zonas con cortes de tráfico, los acopios intermedios y los desplazamientos de cualquier elemento auxiliar que se precise, para obtener altos rendimientos de ejecución, sin que haya lugar a sobreprecio o reclamación alguna por estas u otras circunstancias presentes en la obra.

3. CAPÍTULO III. RELACIÓN DE UNIDADES DE OBRA DEL PROYECTO

Se indica en el presente apartado la relación de unidades de obra que deberían quedar descritas, tanto en términos de condiciones generales, como en términos de proceso de ejecución, así como de medición y abono, que por ser este un documento perteneciente a un proyecto de fin de grado académico, no se aborda su cumplimentación completa.

OBRAS DE TIERRA DE LA ESTRUCTURA

DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO

EXCAVACIONES

EXCAVACIONES EN ZANJAS Y CIMIENTOS

DRENAJE : TUBOS DE PVC PARA OBRAS DE DRENAJE

ESTRUCTURAS

HORMIGONADO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA

ENCOFRADOS EN ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA

CIMBRA PARA ENCOFRADOS DEL TABLEROS DEL PUENTE

ARMADURAS PASIVAS

ARMADURAS ACTIVAS PARA PRETENSADO

APOYOS DE NEOPRENO ZUNCHADO

BARRERA DE SEGURIDAD:PRETILES DEL TABLERO

JUNTAS DE DILATACIÓN DE CALZADA

IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE CON GEOTEXTIL DE TRASDÓS DE MUROS Y DE ESTRIBOS

IMPERMEABILIZACIÓN DE TABLERO

SUMIDEROS LATERALES PRETILES PREFABRICADOS

PRUEBA DE CARGA EN PUENTES DE CARRETERA

CARRETERA DEL TABLERO

PAVIMENTOS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TABLERO

RIEGOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA TABLERO

CARRETERAS DE ACCESO AL PUENTE

DESBROCE

EXCAVACIÓN Y ESCARIFICACIÓN DE FONDO DE EXCAVACIÓN

SECADO POR ORO DE SUELO ADECUADO EXCAVADO

EXTENSIÓN, ESCARIFICACIÓN ,HUMECTACIÓN , COMPACTACIÓN Y RIEGOS DE SUELO ADECUADO EXCAVADO

EXTENSIÓN ,DISGREGACIÓN ,HUMECTACIÓN, DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO,COMPACTACIÓN Y RIEGOS DEL SUELO CEMENTO

Prescripciones técnicas particulares

PAVIMENTOS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE FIRME CAMINOS

RIEGOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA FIRME CAMINOS

INTEGRACIÓN AMBIENTAL DE LA OBRA

APORTACIÓN Y EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL

SIEMBRAS

SUMINISTRO DE PLANTAS A LA OBRA

4. CAPÍTULO IV. DIRECCIÓN DE LAS OBRAS

La Dirección, seguimiento, control y valoración de las obras objeto del presente proyecto, así como de las que corresponden a ampliaciones o modificaciones establecidas por la Propiedad, estará a cargo de una Dirección de Obra encabezada por un técnico titulado competente. La Propiedad participará en la Dirección de Obra en la medida que lo crea conveniente.

Para poder cumplir con la máxima efectividad la misión que le es encomendada, la Dirección de Obra disfrutará de las más amplias facultades, pudiendo conocer y participar en todas aquellas previsiones o actuaciones que lleve a término el Contratista.

Serán base para el trabajo de la Dirección de Obra:

- Los planos del proyecto
- El Pliego de Condiciones Técnicas
- El cuadro de precios
- El precio y plazo de ejecución contratados
- El Programa de trabajo formulado por el Contratista y aceptado por la Propiedad.

Madrid, Julio del 2015,

El autor del proyecto.
Manuel Domínguez Herrerías



DOCUMENTO N° 3 PLANOS

E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos de Madrid

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

PROYECTO FIN DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL
Y TERRITORIAL

**PROYECTO CONSTRUCTIVO NUEVO PUENTE EN BURBAGUENA SOBRE EL RIO
JILOCA**

Autor del proyecto: **Manuel Domínguez Herrerías**

Nº de matrícula: **125**

Tutor del proyecto: **Fernando Rodríguez López. Doctor Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos**

DOCUMENTO N° 2 PLANOS

“Proyecto constructivo nuevo puente en Burbáguena sobre el Jiloca”

ÍNDICE DE PLANOS

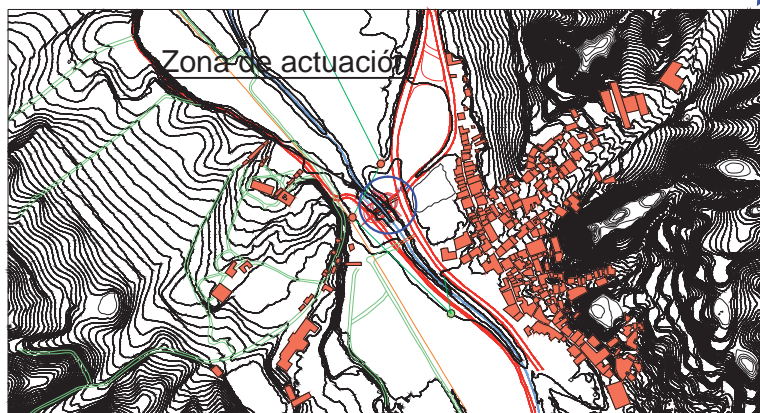
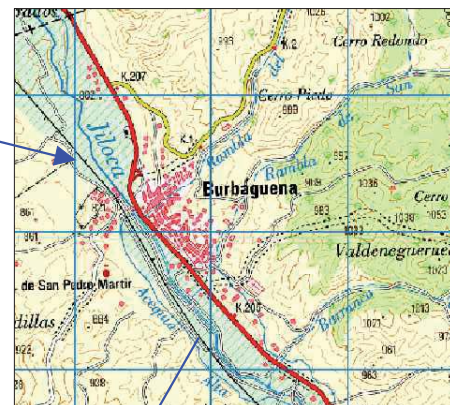
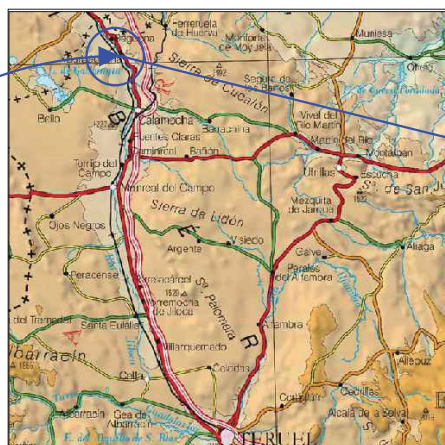
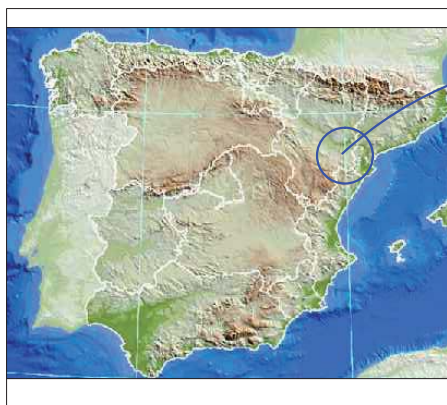
Proyecto básico

1. Situación de proyecto
2. Cartografía red básica topográfica
3. Zona bases de replanteo
4. Estudio de alternativas solución 1
5. Estudio de alternativas solución 2

Proyecto constructivo del nuevo puente de Burbáguena sobre el Jiloca

6. Replanteo de obra
7. Corte geotécnico y viales de acceso
8. Planta y alzado de la estructura
9. Tablero-estribo
10. Excentricidades pretensado
11. Armaduras pasivas y activas tablero
12. Armaduras pasivas diafragma
13. Planta armadura general tablero
14. Perfil estribo
15. Alzado estribo

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



E.T.S.I. CAMINOS CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



TÍTULO
Proyecto constructivo nuevo puente
de Burriana sobre el Júcar

AUTOR
MANUEL DOMÍNGUEZ HERRERÍAS

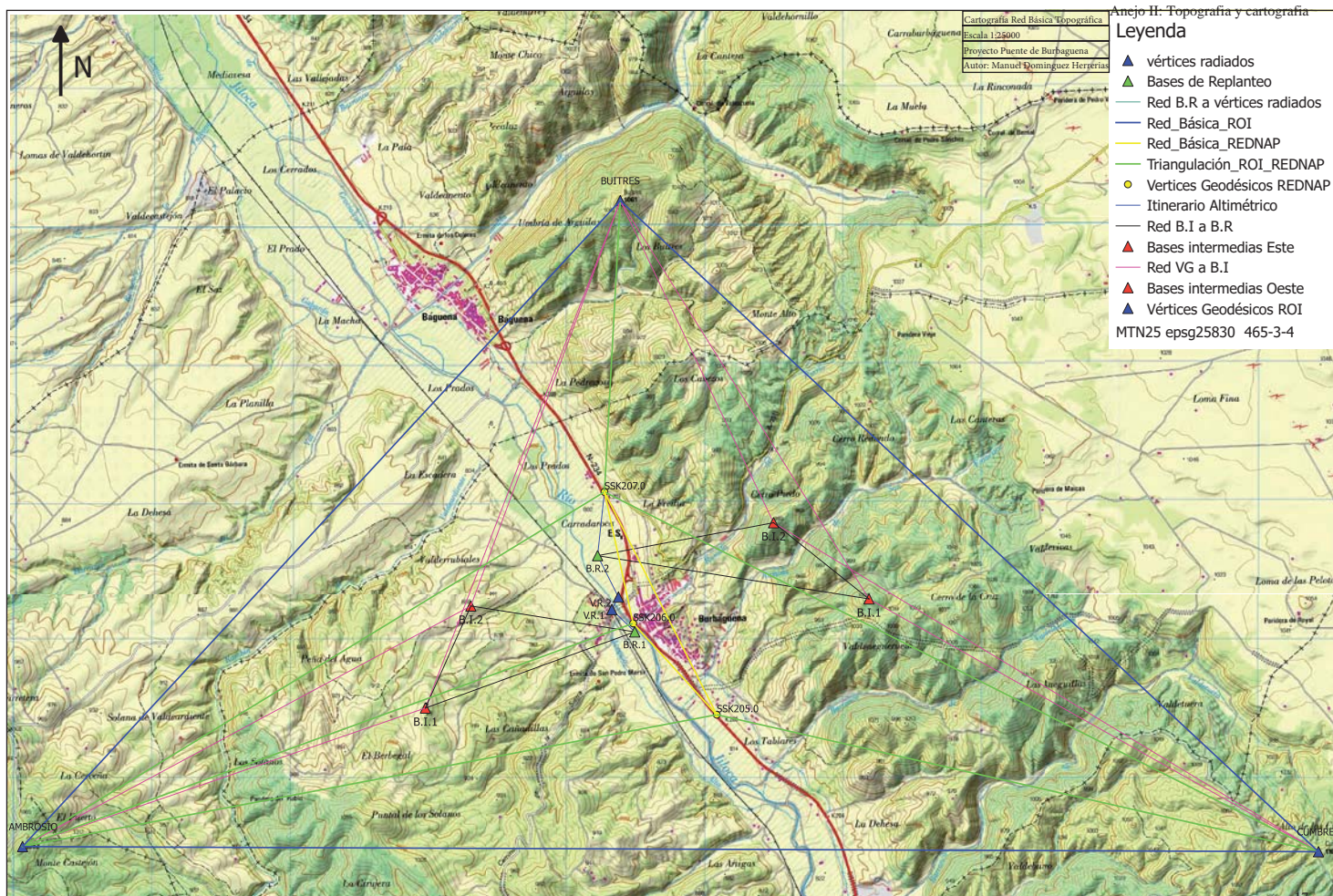
FECHA
JULIO 2015

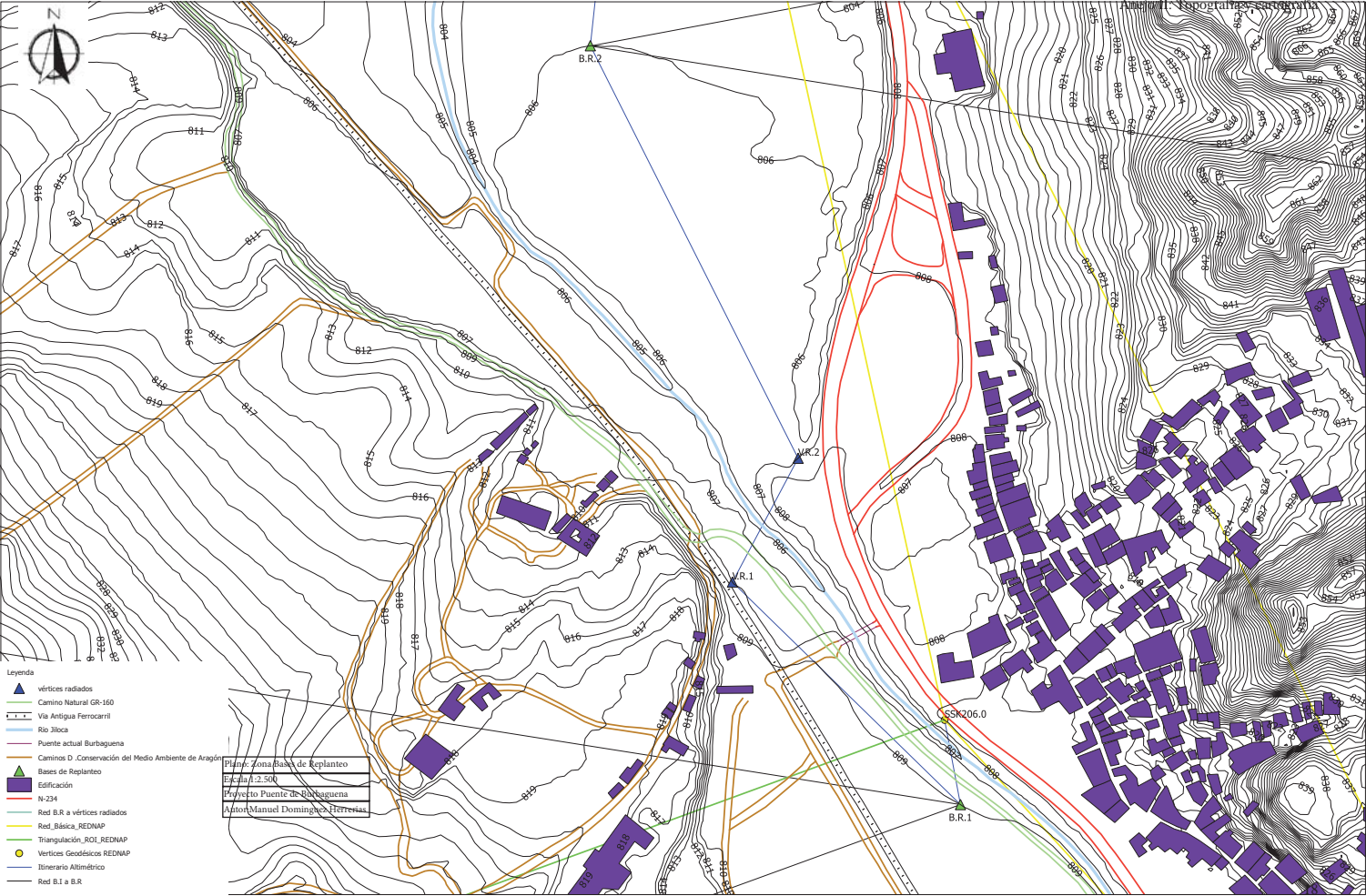
ESCALA PLANTA:
VARIAS

TÍTULO
SITUACIÓN DE
PROYECTO

FOLIO Nº
HOJA 1 DE 1

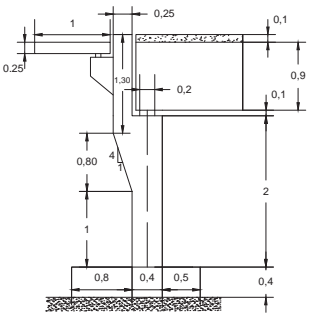
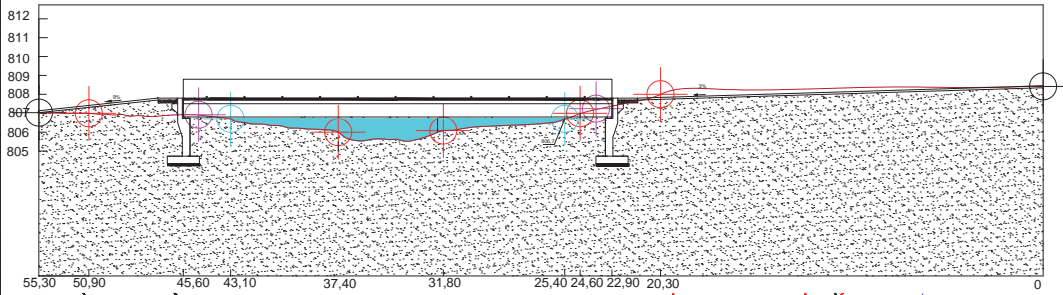
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



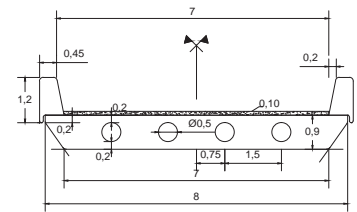


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Perfil Solución 1 Puente losa
ESCALA PERFIL : 1:200



DETALLE ESTRIBO
ESCALA: 1:50



SECCIÓN TRANSVERSAL PUENTE LOSA
ESCALA: 1:100

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



E.T.S.I. CAMINOS CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



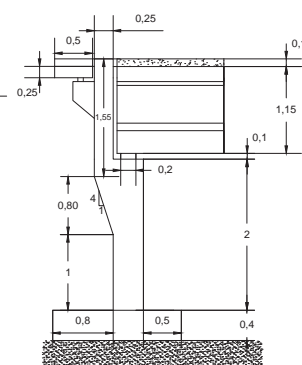
AUTOR:
MANUEL DOMÍNGUEZ HERRERÍAS

FECHA:
ABRIL 2015
ESCALA PLANTA:
1 : 300

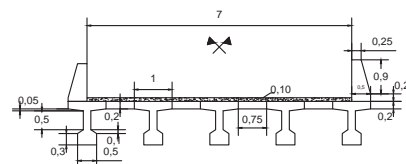
TÍTULO:
Estudio de soluciones:
Alternativa 1

FOLIO Nº:
HOJA 1 DE 1

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



DETALLE ESTRIBO
ESCALA: 1:50



SECCIÓN TRANSVERSAL PUENTE DE VIGAS
ESCALA: 1:100



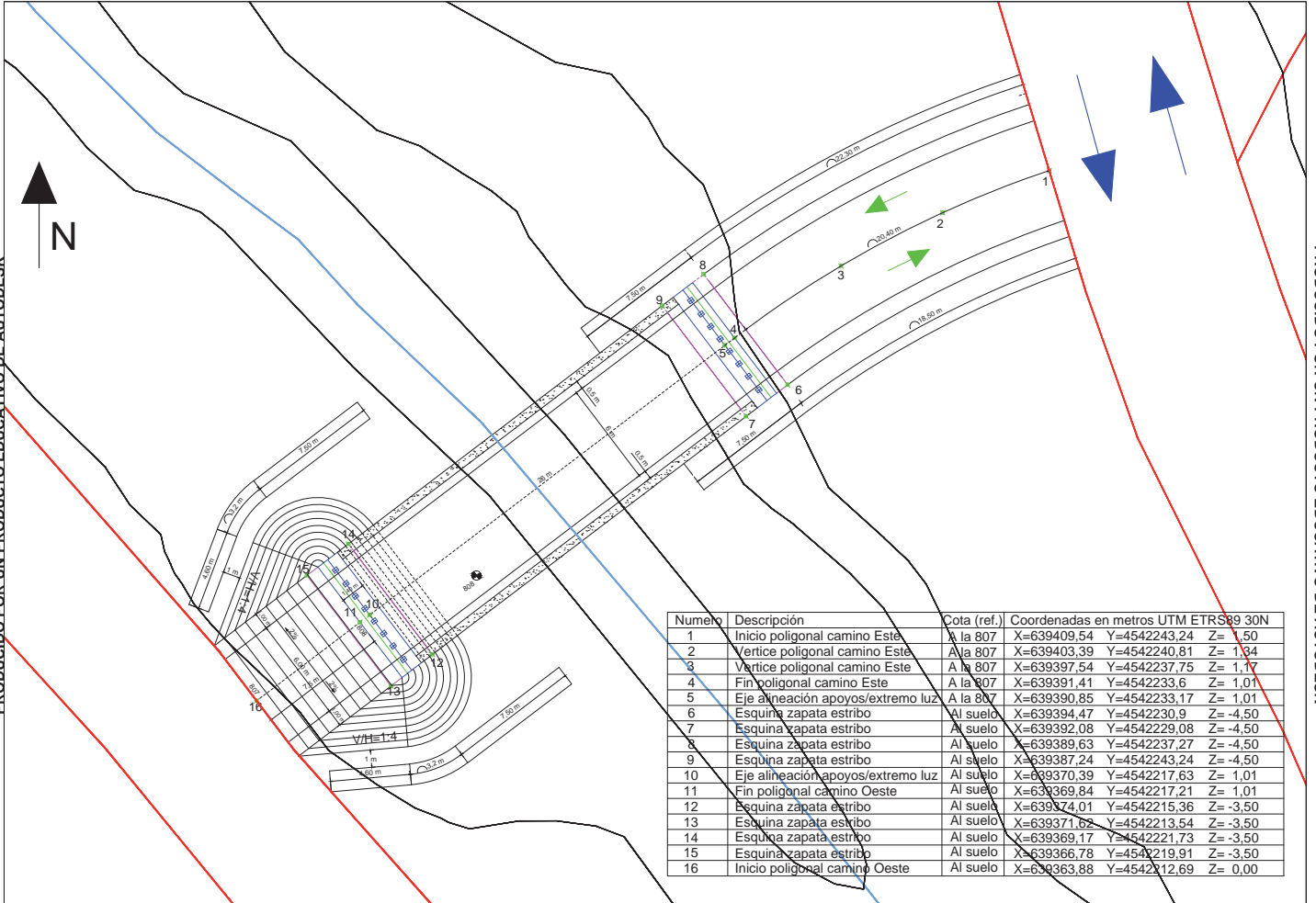
MANUEL DOMÍNGUEZ HERRERÍAS

ESCALA PLANTA:
1 : 30

Estudio de soluciones:
Alternativa 2

HOJA 1 DE 1

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



E.T.S.I. CAMINOS CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



TÍTULO
Proyecto constructivo nuevo puente
de Burbagüena sobre el Jiloca

AUTOR
MANUEL DOMÍNGUEZ HERRERÍAS

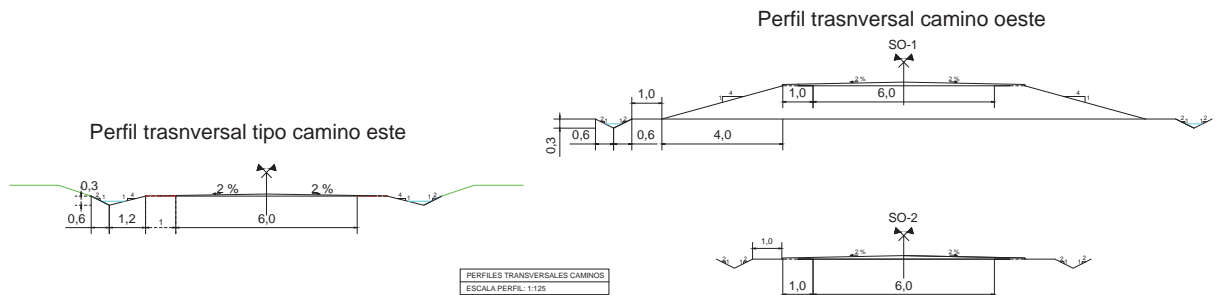
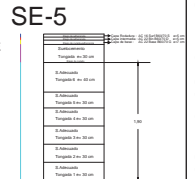
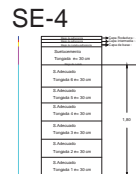
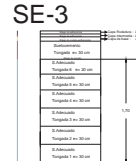
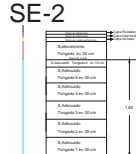
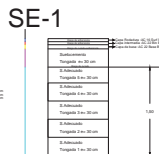
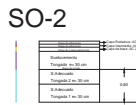
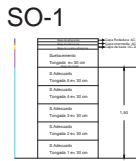
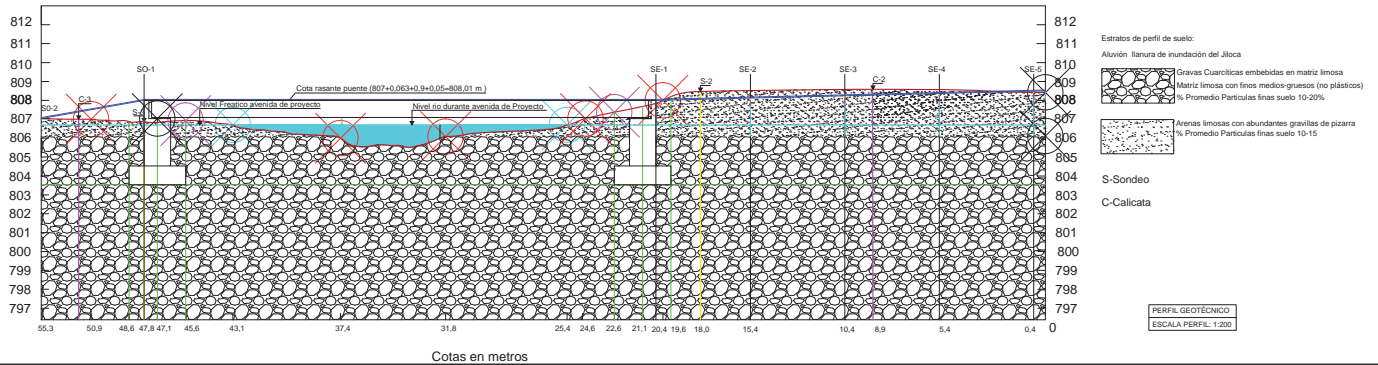
FECHA
JULIO 2015
ESCALA PLANTA:
1 : 200

TÍTULO
Replanteo de puente
y viales de acceso

FOLIO Nº
HOJA 1 DE 1

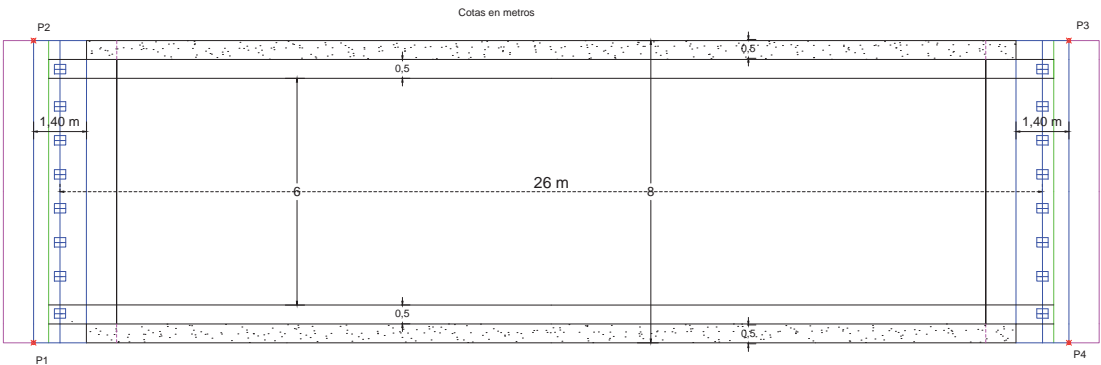
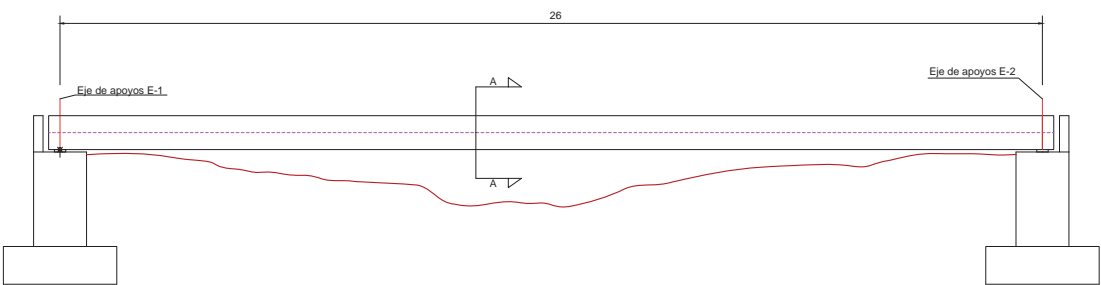
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



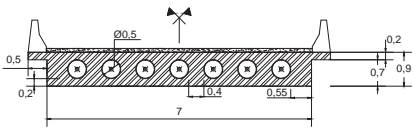
PERFILES TRANSVERSALES CAMINOS
ESCALA PERFIL: 1:125

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



COORDENADAS UTM ETRS89 30 N		
Punto	X (metros)	Y (metros)
P1	639372,26	4542214,03
P2	639367,42	4542220,4
P3	639389,00	4542236,78
P4	639393,83	4542230,41

SECCIÓN A-A (CONSTANTE A LO LARGO DE TODO EL TABLERO)



E.T.S.I. CAMINOS CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



TÍTULO:
Proyecto constructivo nuevo puente
de Burbagüena sobre el Jiloca

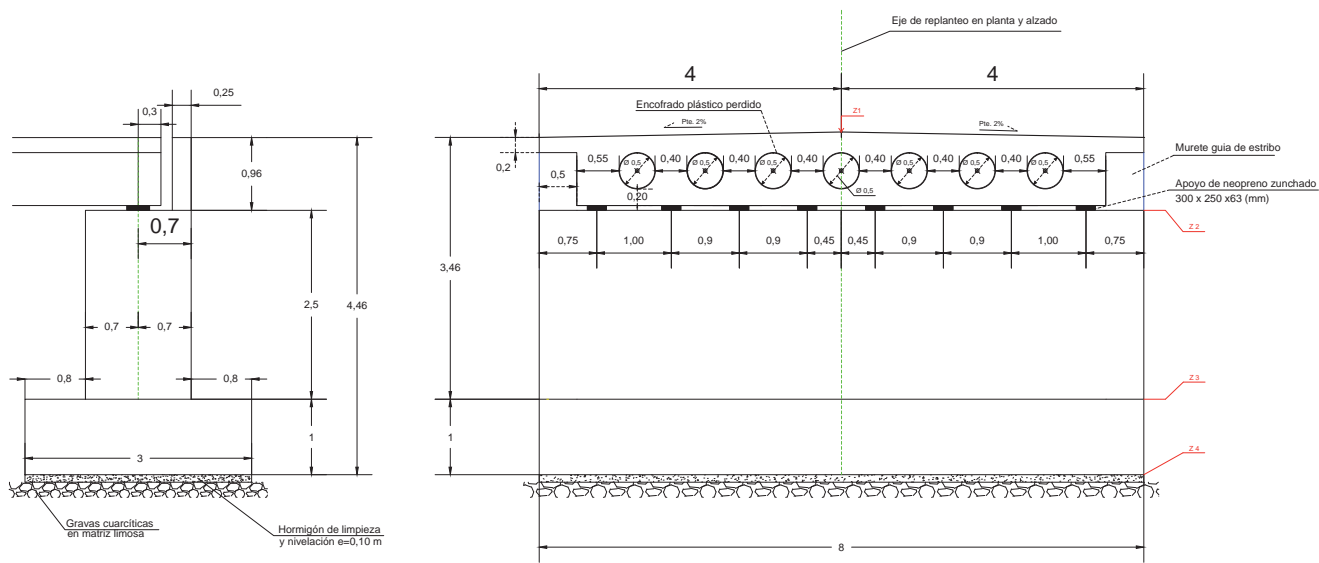
AUTOR:
MANUEL DOMÍNGUEZ HERRERÍAS

FECHA:
JULIO 2015
ESCALA PLANTA:
1 : 100

TÍTULO:
ALZADO Y PLANTA
DE LA ESTRUCTURA

PLANO Nº:
HOJA 1 DE 1

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



Material	DEFINICIÓN		Nivel de control	Recubrimiento de armaduras (mm)
HORMIGÓN	LIMP. Y NIVELACIÓN	HM-15	NO ESTRUCTURAL	
HORMIGÓN	ESTRIBO Y ZAPATA	HA-35/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	30 (ver planos de Ferrola)
ACERO	ARMADURA PASIVA	B 500S	NORMAL	-
EJECUCIÓN	TODOS LOS ELEMENTOS INDICADOS		INTENSO	-

Cotas ortométricas (m)		
Z	E-1	E-2
Z1	807,96	807,96
Z2	807	807
Z3	804,5	804,5
Z4	803,5	803,5

Cotas en metros



E.T.S.I. CAMINOS CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



TÍTULO
Proyecto constructivo nuevo puente
de Burbaguena sobre el Jiloca

AUTOR
MANUEL DOMÍNGUEZ HERRERÍAS

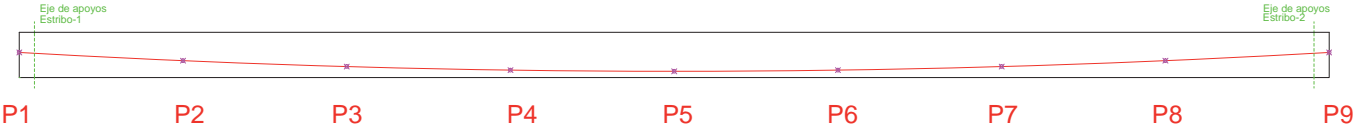
FECHA
JULIO 2015

ESCALA ALZADO-PERFIL
1 : 50

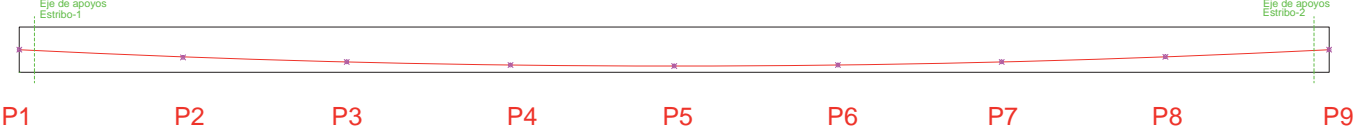
TÍTULO
TABLERO-ESTRIBO

PLANO Nº
HOJA 1 DE 1

Trazado pretensado tendones nervios exteriores del tablero



Trazado pretensado tendones nervios interiores del tablero



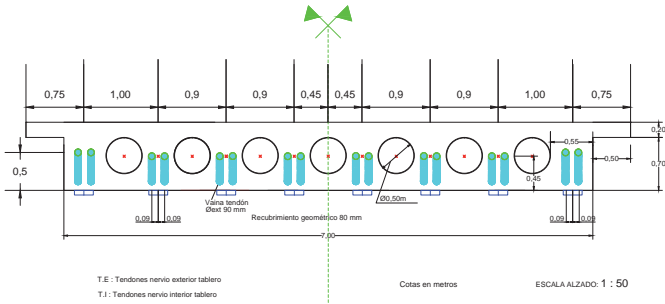
Cotas en metros

EXCENTRICIDADES DE PRETENSADO TENDON NERVO EXTERIOR DEL TABLERO		
PUNTO	e(P) [metros]	COTA ORTOMÉTRICA [metros]
P1	0.00	807.56
P2	-0.16	807.40
P3	-0.28	807.28
P4	-0.35	807.21
P5	-0.38	807.18
P6	-0.35	807.21
P7	-0.28	807.28
P8	-0.16	807.40
P9	0.00	807.56

EXCENTRICIDADES DE PRETENSADO TENDON NERVO INTERIOR DEL TABLERO		
PUNTO	e(P) [metros]	COTA ORTOMÉTRICA [metros]
P1	0.00	807.51
P2	-0.15	807.36
P3	-0.24	807.27
P4	-0.30	807.21
P5	-0.33	807.18
P6	-0.30	807.21
P7	-0.24	807.27
P8	-0.15	807.36
P9	0.00	807.51

Pretensado:

- El plano muestra únicamente los tendones tipo interior y exterior, ambos formados por 19 cordones de 15,2 mm por unidad, todos los tendones interiores son paralelos, todos los tendones exteriores son paralelos.
- El puente consta de 16 tendones. Diámetro ext vaina 90 mm.
- El acero activo utilizado es Y-1860-S7.
- Una vez tensados los tendones, se inyectarán las vainas con con lechada de cemento.



E.T.S.I. CAMINOS CANALES Y PUERTOS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



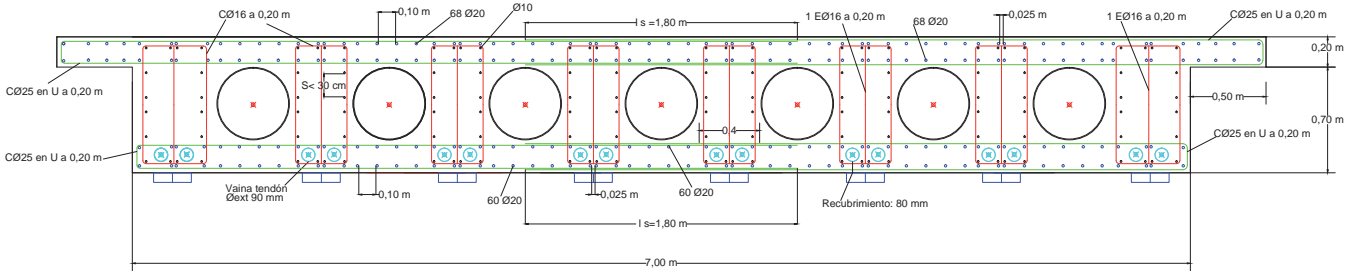
TÍTULO:
Proyecto constructivo nuevo puente
de Burbaguena sobre el Jiloca

AUTOR:
MANUEL DOMÍNGUEZ HERRERÍAS

FECHA:
JULIO 2015
ESCALA PERFIL:
1 : 75

TÍTULO:
EXCENTRICIDADES
PRETENSADO

FOLIO:
HOJA 1 DE 1

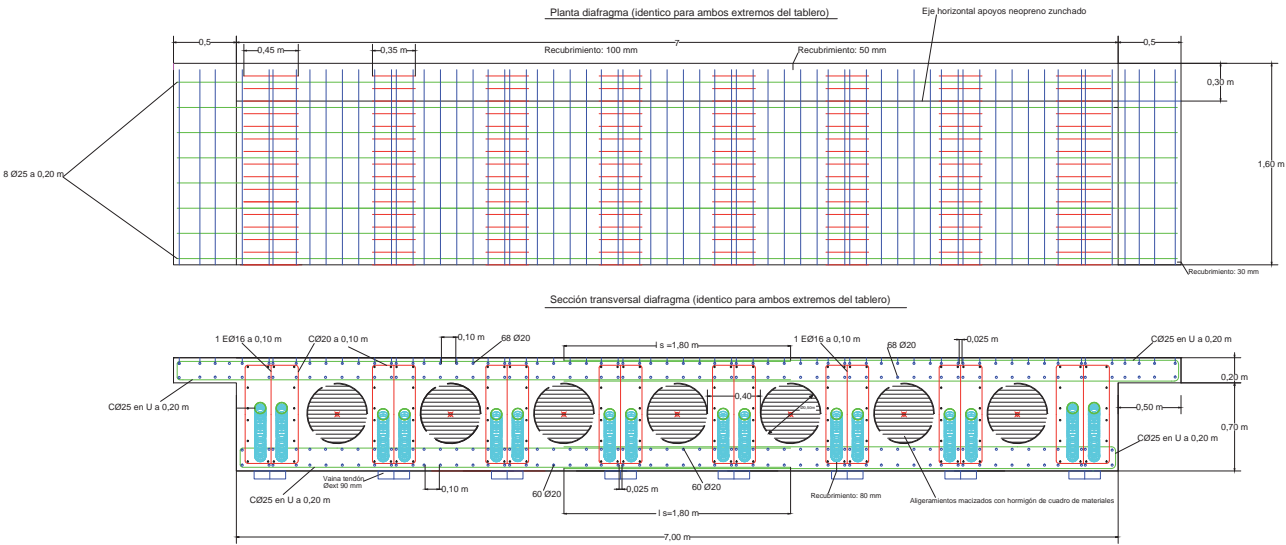


Cotas en metros

Cuadro de materiales

Material	DEFINICIÓN		Nivel de control	Recubrimiento de armaduras (mm)
HORMIGÓN	TABLERO	HP-45/6/20/1a	ESTADÍSTICO	30
ACERO	ARMADURA PASIVA	B 500S	NORMAL	-
ACERO	ARMADURA ACTIVA	Y 1860-S7	NORMAL	80
EJECUCIÓN	TODOS LOS ELEMENTOS INDICADOS		INTENSO	-

-Los empalmes de barras se realizarán por solape, de acuerdo a la EHE, tal como se indica en el presente plano y consecutivos.
-Los anclajes de barras longitudinales se realizarán por prolongación, de acuerdo a la EHE, tal como se indica en planos consecutivos.

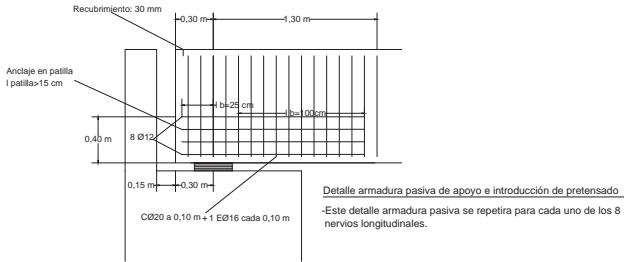


Los empalmes de barras se realizarán por solape, de acuerdo a la EHE, tal como se indica en el presente plano y consecutivos.

Los anclajes de barras longitudinales se realizarán por prolongación, de acuerdo a la EHE, tal como se indica en planos consecutivos.

Cuadro de materiales

Material	DEFINICIÓN		Nivel de control	Recubrimiento de armaduras (mm)
HORMIGÓN	DIAFRAGMAS TABL.	HP-45/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	50 con carácter general Ver presente plano para excepciones
ACERO	ARMADURA PASIVA	B 500S	NORMAL	-
ACERO	ARMADURA ACTIVA	Y 1860-S7	NORMAL	80
EJECUCIÓN	TODOS LOS ELEMENTOS INDICADOS		INTENSO	-



Todas las cotas en metros



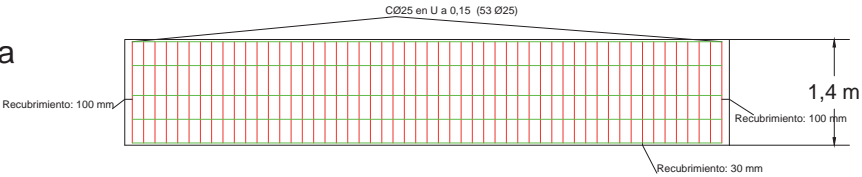
- El plano muestra las armaduras longitudinales y transversales definidas en proyecto.
- La armadura de conexón muro zapata se realizará mediante esperas Ø16,dejadas.
- Los anclajes de barras longitudinales se realizarán, de acuerdo a la EHE,tal como se indica en el presente plano.
- Los empalmes de barras se realizarán por solape, de acuerdo a la EHE,tal como se indica en el presente plano.

Material	DEFINICIÓN		Nivel de control	Recubrimiento de armaduras (mm)
HORMIGÓN	ESTRIBO	HA-35/B/20ltla	ESTADÍSTICO	80 mm <i>caso general</i> Ver presente plano para excepciones
ACERO	ARMADURA PASIVA	B 500S	NORMAL	-
EJECUCIÓN	TODOS LOS ELEMENTOS INDICADOS		INTENSO	-

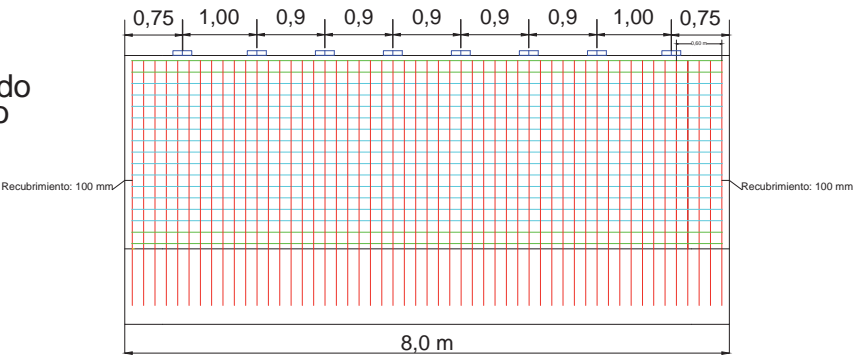


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Planta muro



Alzado muro



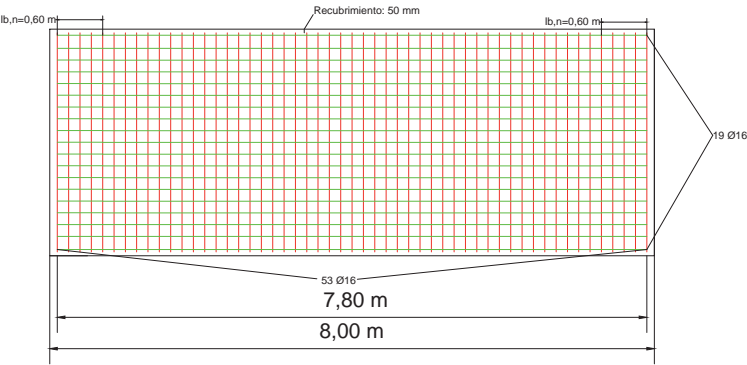
Todas las cotas en metros

ESTRIBO:
-El plano muestra las armaduras longitudinales y transversales definidas en proyecto.
-La armadura de conexión muro zapata se realizará mediante esperas Ø16,dejadas.
-Los anclajes de barras longitudinales se realizarán ,de acuerdo a la EHE, tal como se indica en el presente plano.
-Los empalmes de barras se realizarán por solape,de acuerdo a la EHE,tal como se indica en el presente plano.

Planta zapata

Cuadro de materiales

Material	DEFINICIÓN		Nivel de control	Recubrimiento de armaduras (mm)
HORMIGÓN	ESTRIBO	HA-35/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	50 con carácter general Ver presente plano para excepciones
ACERO	ARMADURA PASIVA	B 500S	NORMAL	-
EJECUCIÓN	TODOS LOS ELEMENTOS INDICADOS		INTENSO	-





DOCUMENTO N°4 PRESUPUESTO

E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos de Madrid

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

PROYECTO FIN DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL
Y TERRITORIAL

**PROYECTO CONSTRUCTIVO NUEVO PUENTE EN BURBAGUENA SOBRE EL RIO
JILOCA**

Autor del proyecto: **Manuel Domínguez Herrerías**

Nº de matrícula: **125**

Tutor del proyecto: **Fernando Rodríguez López. Doctor Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos**

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. MEDICIONES

2. CUADRO DE PRECIOS

CUADRO DE PRECIOS N° 1

CUADRO DE PRECIOS N° 2

3. PRESUPUESTO

4. ÚLTIMA HOJA

MEDICIONES

Capítulo: 01 Desbroce y despeje

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
1.1	m ²	de despeje y desbroce de caminos de acceso Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos, incluso transporte de productos a vertedero o lugar de acopio		
		Camino de acceso Este	210	285
		Camino de acceso Oeste	75	
		Suma total de la partida		285
1.2	m ³	terraplen camino de acceso provional oeste Terraplén extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte		
		Suma total de la partida		37,5
Capítulo: 02 Ejecución caminos de acceso				
2.1	m ³	de excavación caminos de acceso al puente Excavación en cualquier clase de terreno en caminos de acceso al puente, incluso carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio para oreo		
		Camino de acceso Este	525	712,5
		Camino de acceso Oeste	187,5	
		Suma total de la partida		
2.2	m ³	de relleno explanadas Relleno localizado de explanada de caminos con suelo adecuado de traza, incluso compactación por tongadas, humectación, rasanteo y nivelación		
		Camino de acceso Este	496	683,5
		Camino de acceso Oeste	187,5	
		Suma total de la partida		
2.3	m ³	de terraplén explanadas caminos Terraplén extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte		
		Camino de acceso Oeste	37,5	37,5
		Suma total de la partida	37,5	

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
2.4	m ²	de suelo cemento Suelo cemento en capa inferior de firme en los caminos de acceso al puente ,extendido,humectado,mezclado,compactado ,nivelado,totalmente colocado		
		Explanación camino acceso Este (desmonte)	168	
		Explanación camino acceso Oeste(Terraplen)	60	
		Suma total de la partida		228
2.5	t	de mezcla bituminosa tipo AC 22 Base B60/70 G para capa base Mezcla bituminosa tipo AC 22 Base B60/70 G para capa base de 7 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia		
		Camino de acceso Este	28,22	
		Camino de acceso Oeste	10 ,01	
		Suma total de la partida		38,23
2.6	t	de mezcla bituminosa tipo AC 22 Bin B60/70 D para capa intermedia Mezcla bituminosa AC 22 Bin B60/70 D para capa intermedia de 5 cm de espesor, extendida y compactada ,con riegos de imprimación y adherencia		
		Camino de acceso Este	20,16	
		Camino de acceso Oeste	7,20	
		Suma total de la partida		27,36
2.7	t	de mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura Mezcla bituminosa AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 4 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia		
		Camino de acceso Este	16,12	
		Camino de acceso Oeste	5,76	
		Suma total de la partida		21,88

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
2.8	m ³	de cunetas revestidas de hormigón		
		Hormigón en masa HM-15 en formación de cunetas y encofrado, fratasado, acabados y juntas		
		Camino de acceso Este	2,8	
		Camino de acceso Oeste	1,2	
		Suma total de la partida		4
Capítulo: 03 Estribos				
3.1	m ³	de excavación estribos		
		Excavación en cualquier clase de terreno en cimientos de estribo, incluso entibación, carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio		
		Estribo 1	200	
		Estribo 2	250	
		Suma total de la partida		450
3.2	m ³	de relleno localizado		
		Relleno localizado de cimientos de estribo con suelo adecuado, incluso compactación por tongadas, humectación, rasanteo y nivelación		
		Estribo 1	150	
		Estribo 2	200	
		Suma total de la partida		350
3.3	kg	de acero B-500 S en barras para armar		
		Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despunte, montaje y colocación en cimientos de estribo		
		Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despunte, montaje y colocación en cimientos de estribo		
		Estribo 1	1256	
		Estribo 2	1256	
		Suma total de la partida		2512

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
3.4	m ³	de hormigón HA-35/B/20/IIa Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIa en zapatas de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado		
		Estribo 1	24	
		Estribo 2	24	
		Suma total de la partida		48
3.5	m ³	de hormigón HM-15 Hormigón en masa HM-15 de limpieza o nivelación para cimentación de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado		
		Estribo 1	2,4	
		Estribo 2	2,4	
		Suma total de la partida		4,8
3.6	m ²	de encofrado plano oculto Encofrado y desencofrado plano, con tablero fenólico, en cimientos de estribo, colocado en cimentación		
		Estribo 1	26,30	
		Estribo 2	26,30	
		Suma total de la partida		52,6
3.7	kg	de acero B-500 S en barras para armar Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en alzado de estribo		
		Estribo 1	1915,4	
		Estribo 2	1915,4	
		Suma total de la partida		3830,8

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
3.8	m ³	de hormigón HA-35/B/20/IIa Hormigón para armar tipoHA-35/B/20/IIa en alzados de estribos, incluso suministro, colocación y vibrado		
		Estribo 1	28	
		Estribo 2	28	
		Suma total de la partida		56
3.9	m ²	de encofrado plano visto Encofrado y desencofrado plano ,con tablero fenólico en alzados, colocado en estribos a cualquier altura		
		Estribo 1	56,4	
		Estribo 2	56,4	
		Suma total de la partida		112,8
3.10	m ²	de impermeabilización Impermeabilización con emulsión bitumonosa en trasdós de estribos, terminada ,con dotación 2 Kg/m2		
		Estribo 1	24	
		Estribo 2	24	
		Suma total de la partida		48
3.11	m	de tubo dren Tubo dren poroso de 15 cm de diámetro interior, colocado en estribos		
		Estribo 1	13,00	
		Estribo 2	13,00	
		Suma total de la partida		26,00

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
Capítulo: 04 Tablero				
4.1	m ²	de encofrado sobre cimbra Encofrado sobre cimbra para techos y losas con tablero de madera , montado sobre entramado de perfiles metálicos en una altura máxima de 2 m, para una superficie horizontal		
		Suma total de la partida		290
4.2	m ³	Aligeramientos Alivio perdido recto en tableros de puentes, con poliestireno expandido cortado a medida con la forma según planos , de 50 cm de diametro totalmente colocado		
		Suma total de la partida		30
4.3	kg	de acero B-500 S en barras para armar en tablero Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en tablero		
		Suma total de la partida		13216,40
4.4	kg	de acero Y-1860 S7 para pretensar Acero Y 1860 S7 de 19 cordones de 15 mm ensartado en tendón de cualquier longitud, montaje,tensado con anclajes activos de acero fundido, vaina de tubo de acero corrugado de 90 mm de diametro y 0.3 mm de espesor , inyección de lechada y sellado de cajetines, totalmente terminado		
		Suma total de la partida		8686,50

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
4.5	m ³	de hormigón HP-45/B/20/IIa Hormigón para pretensar tipo HP-45/B/20/IIa en tablero de puente, incluso suministro, colocación curado y vibrado.		75,6
		Suma total de la partida		156,66
4.6	dm ³	de Apoyo de neopreno armado rectangular standard Apoyo con pieza rectangular de neopreno armado de más de 6 dm3 de volumen , colocado		
		Suma total de la partida		75,6
4.7	m ²	de impermeabilización de tablero Impermeabilización en tableros, con emulsión tipo ECR-1 en una dotación de 2 Kg/m2 aplicada		
		Suma total de la partida		208,00
4.8	t	de mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura Mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 5 cm de espesor, extendida y compactada, con riegos de imprimación		
		Puente	22,20	
		Suma total de la partida	22,20	
				22,20
4.9	t	Junta de dilatación tablero Formación de junta de dilatación para tableros de puentes, con perfil de caucho extrusionado, para absorber movimientos de 50 mm como máximo, colocado con adhesivo, incluso mortero epoxi de relleno, materiales de sellado y colocación, terminada		
		Puente	16	
		Suma total de la partida	16	16

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
4.10	Kg	Tubo de recubrimiento de aligeramiento Acero S275JR según UNE-EN 10025-2 , formada por pieza compuesta , con geometría circular de D =50 mm y 3 mm de espesor, con fijación según planos , trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante y pintado,colocado en obra con soldadura ,soportes chapa de fijación y tornillos.		5991,48
4.11	m	de pretil Pieza prefabricada de hormigón visto para imposta de puente, según planos, colocada Suma total de la partida		52
4.12	ud	Cimbra Partida alzada a justificar para cimbra en toda longitud, con geometría de la sección del tablero Según planos, con apoyos en pila y estribos , sino incumbir en terreno inferior. No integra el encofrado superior		1,00
Capítulo: 05 Acabados				
5.1	m	Pintado de señalización horizontal Pintado con pintura acrílica en solución acuosa o con disolvente y reflectante con microesferas de vidrio, incluyendo el premarcaje en puente y caminos de acceso Suma total de la partida		161,7
5.2	ud	Señalización y balizamiento vertical provisional y definitivo Partida alzada de cobro íntegro para la seguridad vial , señalización, balizamiento y desvíos provisionales y definitivos durante la ejecución de las obras y posterior , salvado indicaciones de la Dirección de Obra Suma total de la partida		1,00

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
5.3	ud	de prueba de carga		
		Partida alzada a justificar para Prueba de carga para estructura		
		Suma total de la partida		1,00
5.4	ud	Plan de control de calidad		
		Partida alzada a justificar para el cumplimiento de el control de calidad en obra, en base al Estudio y el Plan de control de calidad		1,00
5.5	ud	Imprevistos de obra		
		Partida alzada a justificar para imprevistos en obra		
		Suma total de la partida		1,00

Cuadro de precios I

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 17/8/15

Pág.: 1

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-1	1.1	m2	Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos, incluso transporte de productos a vertedero o lugar de acopio (TREINTA Y SEIS CENTIMOS)	0,36	€
P-2	1.2	m3	Terraplén provisional acceso oeste extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte (SIETE CON CUATRO CENTIMOS)	7,04	€
P-3	2.1	m3	Excavación en cualquier clase de terreno en caminos de acceso al puente, incluso carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio para oreo (CUATRO CON NOVENTA Y NUEVO CÉNTIMOS)	4,99	€
P-4	2.2	m3	Relleno localizado de explanada de caminos con suelo adecuado de traza, incluso compactación por tongadas, humectación , rasanteo y nivelación (TRECE EUROS CON NOVENTA Y SIETE CENTIMOS)	13,97	€
P-5	2.3	m3	Terraplén extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte (TRECE EUROS CON NOVENTA Y SIETE CENTIMOS)	13,97	€
P-6	2.4	m2	Suelo cemento en capa inferior de firme en los caminos de acceso al puente, extendido humectado ,mezclado,compactado,nivelado,totalmente colocado (DICISIETE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CENTIMOS)	17,98	€
P-7	2.5	t	Mezcla bituminosa tipo AC 22 Base B60/70 G para capa base de 7 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia (OCHENTA Y UNO EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS)	81,75	€
P-8	2.6	t	Mezcla bituminosa AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 4 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia (OCHENTA Y UNO EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS)	81,75	€
P-9	2.7	t	Mezcla bituminosa AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 4 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia (OCHENTA Y UNO EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS)	81,75	€

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 17/8/15

Pág.: 2

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-10	2.8	m3	Hormigón en masa HM-15 en formación de cunetas y encofrado,fratasado,acabados y juntas en cunetas de caminos de acceso al puente (OCHENTA Y NUEVE EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS)	89,10	€
P-11	3.1	m3	Excavación en cualquier clase de terreno en cimientos de estribo, incluso entibación, carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio (CUATRO EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS)	4,99	€
P-12	3.2	m3	Relleno localizado de cimientos de estribo con suelo adecuado, incluso compactación por tongadas, humectación , rasanteo y nivelación (TRECE EUROS CON NOVENTA Y SIETE CENTIMOS)	13,97	€
P-13	3.3	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en cimientos de estribo (UNO EUROS CON CINCO CENTIMOS)	1,05	€
P-14	3.4	m3	Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/Ila en zapatas de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado (NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y SEIS CENTIMOS)	99,46	€
P-15	3.5	m3	Hormigón en masa HM-15 de limpieza o nivelación para cimentación de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado (SESENTA Y CUATRO EUROS CON NUEVE CENTIMOS)	64,09	€
P-16	3.6	m3	Encofrado y desencofrado plano,con tablero fenólico, en cimientos de estribo, colocado en cimentación (VEINTE Y SEIS EUROS CON SIETE CENTIMOS)	26,07	€
P-17	3.7	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en alzado de estribo (UNO EUROS CON CINCO CENTIMOS)	1,05	€
P-18	3.8	m3	Hormigón para armar tipoHA-35/B/20/Ila en alzados de estribos, incluso suministro, colocación y vibrado (NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y SEIS CENTIMOS)	99,46	€
P-19	3.9	m2	Encofrado y desencofrado plano ,con tablero fenólico en alzados, colocado en estribos a cualquier altura (CIENTO OCHO EUROS CON ONCE CENTIMOS)	55,01	€
P-20	3.10	m2	mpermeabilización con emulsión bitumonosa en trasdós de estribos, terminada ,con dotación 2 Kg/m2 (SIETE EUROS CON TREINTA Y DOS CENTIMOS)	7,32	€
P-21	3.11	m	Tubo dren poroso de 15 cm de diámetro interior, colocado en estribos (DIECISEIS EUROS CON SIETE CENTIMOS)	16,07	€

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 17/8/15

Pág.: 3

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-22	4.1	m2	Encofrado sobre cimbra para techos y losas con tablero de madera , montado sobre entramado de perfiles metálicos en una altura máxima de 2 m, para una superficie horizontal (CINCUENTA Y SIETE EUROS CON SESENTA Y CINCO CENTIMOS)	57,65	€
P-23	4.2	m3	Aligeramiento perdido recto en tableros de puentes, con poliestireno expandido cortado a medida con la forma según planos , de 50 cm de diametro totalmente colocado (CIENTO OCHO EUROS CON ONCE CENTIMOS)	108,11	€
P-24	4.3	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en tablero (UNO EUROS CON CINCO CENTIMOS)	1,05	€
P-25	4.4	kg	Acero Y 1860 S7 de 19 cordones de 15 mm ensartado en tendón de cualquier longitud, montaje,tensado con anclajes activos de acero fundido, vaina de tubo de acero corrugado de 90 mm de diametro y 0.3 mm de espesor , inyección de lechada y sellado de cajetines, totalmente terminado (TRES EUROS CON SETENTA Y CUATRO CENTIMOS)	3,14	€
P-26	4.5	m3	Hormigón para pretensar tipo HP-45/B/20/Ila en tablero de puente, incluso suministro, colocación curado y vibrado. (CIENTO DIECIOCHO EUROS CON DICISIETE EUROS)	118,17	€
P-27	4.6	m2	Apoyo con pieza rectangular de neopreno armado de más de 6 dm3 de volumen , colocado (SETENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA CENTIMOS<)	79,80	€
P-28	4.7	m2	Impermeabilización en tableros, con emulsión tipo ECR-1 en una dotación de 2 Kg/m2 aplicada (SIETE EUROS CON TREINTA Y DOS CENTIMOS)	7,32	€
P-29	4.8	t	Mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 5 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación (OCHENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS)	81,75	€
P-30	4.9	m	Formación de junta de dilatación para tableros de puentes,con perfil de caucho extrusionado, para absorber movimientos de 50 mm como máximo, colocado con adhesivo, incluso mortero epoxi de relleno, materiales de sellado y colocación, terminada (CIENTO CINCUENTA Y SIETE CON OCHENTA Y CUATRO)	157,84	€
P-31	4.10	kg	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2 , formada por pieza compuesta , con geometría circular de D =50 mm y 3 mm de espesor, con fijación según planos , trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante y pintado,colocado en obra con soldadura ,soportes chapa de fijación y tornillos. (UN EUROS CON OCHENTA Y UN CENTIMOS)	1,81	€
P-32	4.11	m	Pieza prefabricada de hormigón visto para imposta de puente (Pretil), según planos, colocada (SESENTA Y SEIS EUROS CON DIECIOCHO CENTIMOS)	66,18	€
P-33	4.12	ud	Partida alzada a justificar para cimbra en toda longitud, con geometría de la sección del tablero Según planos, con apoyos en pila y estribos , sino incumbrir en terreno inferior. No integra el encofrado superior (QUINCE MIL EUROS)	6000	€

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 17/8/15

Pág.: 4

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-34	5.1	m	Pintado con pintura acrílica en solución acuosa o con disolvente y reflectante con microesferas de vidrio, incluyendo el premarcaje en puente y caminos de acceso (SETENTA Y SEIS CENTIMOS)	0,76	€
P-35	5.2	ud	Partida alzada de cobro íntegro para la seguridad vial, señalización, balizamiento y desvíos provisionales y definitivos, durante la ejecución de las obras y posterior, salvando indicaciones de la Dirección de Obra (MIL EUROS)	1000	€
P-36	5.3	ud	Partida alzada a justificar para prueba de carga de estructura	1000	€
P-37	5.4	ud	Partida alzada a justificar para el cumplimiento de el control de calidad en obra, en base al Estudio y el Plan de control de calidad (TRES MIL QUIENTOS EUROS)	3500	€
P-38	5.5	pa	Partida alzada a justificar para imprevistos en obra (CUATRO MIL EUROS)	1000	€

El autor del proyecto:

Manuel Dominguez Herrerias

Cuadro de precios II

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 19/8/15

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-1	1.1	m2	Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos, incluso transporte de productos a vertedero o lugar de acopio	0,36	€
			Sin descripción:	0,36	€
P-2	1.2	m3	Terraplén provisional acceso oeste, extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte	7,04	€
			Fase 1: Excavación y transporte	4,99	€
			Fase 2: Extendido, humectación y compactación	2,05	€
P-3	2.1	m3	Excavación en cualquier clase de terreno en caminos de acceso al puente, incluso carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio para oreo	4,99	€
			Sin descripción:	4,99	€
P-4	2.2	m3	Relleno localizado de explanada de caminos con suelo adecuado de traza, incluso compactación por tongadas, humectación , rasanteo y nivelación	13,97	€
			Sin descripción:	13,97	€
P-5	2.3	m3	Terraplén extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte	13,97	€
			ase 1: Excavación y transporte	7,99	€
			Fase 2: Extendido, humectación y compactación	5,98	€
P-6	2.4	m2	Suelo cemento en capa inferior de firme en los caminos de acceso al puente,extendido,humectado,mezclado,compactado,nivelado,totalmente colocado	17,98	€
			Sin descripción:	17,98	€
P-7	2.5	t	Mezcla bituminosa tipo AC 22 Base B60/70 G para capa base de 7 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia	81,75	€
			Sin descripción:	81,75	€

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 19/8/15

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P-8	2.6	t	Mezcla bituminosa AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 4 cm de espesor, extendida y compactada, con riegos de imprimación y adherencia	81,75 €
			Sin descripción:	81,75 €
P-9	2.7	t	Mezcla bituminosa AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 4 cm de espesor, extendida y compactada, con riegos de imprimación y adherencia	81,75 €
			Sin descripción:	81,75 €
P-10	2.8	m3	Hormigón en masa HM-15 en formación de cunetas y encofrado, fratasado, acabados y juntas en cunetas de caminos de acceso al puente	89,10 €
			Sin descripción:	89,10 €
P-11	3.1	m3	Excavación en cualquier clase de terreno en cimientos de estribo, incluso entibación, carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio	4,99 €
			Sin descripción:	4,99 €
P-12	3.2	m3	Relleno localizado de cimientos de estribo con suelo adecuado, incluso compactación por tongadas, humectación, rasanteo y nivelación	13,97 €
			Sin descripción:	13,97 €
P-13	3.3	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en cimientos de estribo	1,05 €
			Sin descripción:	1,05 €
P-14	3.4	m3	Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIa en zapatas de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado	99,46 €
			Sin descripción:	99,46 €
P-15	3.5	m3	Hormigón en masa HM-15 de limpieza o nivelación para cimentación de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado	64,09 €
			Sin descripción:	64,09 €
P-16	3.6	m3	Encofrado y desencofrado plano, con tablero fenólico, en cimientos de estribo, colocado en cimentación	26,07 €
			Sin descripción:	26,07 €
P-17	3.7	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en alzado de estribo	1,05 €
			Sin descripción:	1,05 €
P-18	3.8	m3	Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIa en alzados de estribos, incluso suministro, colocación y vibrado	99,46 €
			Sin descripción:	99,46 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 19/8/15

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-19	3.9	m2	Encofrado y desencofrado plano ,con tablero fenólico en alzados, colocado en estribos a cualquier altura	55,01	€
			Desencofrado	0,18	€
			Puntal metálico y telescópico para 2 m de altura y 150 usos	0,61	€
			Lata de madera de pino	6,35	€
			Materiales auxiliares para encofrar	4,78	€
			Tablón de madera de pino para 10 usos	0,40	€
			Otros conceptos	42,69	€
P-20	3.10	m2	mpermeabilización con emulsión bitumonosa en trasdós de estribos, terminada ,con dotación 2 Kg/m2	7,32	€
			kg Emulsió bituminosa, tipus EB	3,52	€
			Otros conceptos	3,80	€
P-21	3.11	m	Tubo dren poroso de 15 cm de diámetro interior, colocado en estribos	16,07	€
			Sin desscripción:	16,07	€
P-22	4.1	m2	Encofrado sobre cimbra para techos y losas con tablero de madera , montado sobre entramado de perfiles metálicos en una altura máxima de 2 m, para una superficie horizontal	57,65	€
			Sin descripción:	57,65	€
P-23	4.2	m3	Aligeramiento perdido recto en tableros de puentes, con poliestireno expandido cortado a medida con la forma según planos , de 50 cm de diametro totalmente colocado	108,11	€
		m3	Poliestireno estirado con la forma del aligeramiento	85,70	€
		u	Elementos axuliares para ligar el aligeramiento	1,40	€
			Otros conceptos	21,01	€
P-24	4.3	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en tablero	1,05	€
			Sin descripción:	1,05	€
P-25	4.4	kg	Acero Y 1860 S7 de 19 cordones de 15 mm ensartado en tendón de cualquier longitud, montaje,tensado con anclajes activos de acero fundido, vaina de tubo de acero corrugado de 90 mm de diametro y 0.3 mm de espesor , inyección de lechada y sellado de cajetines, totalmente terminado	3,14	€
			Sin descripción:	3,14	€

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 19/8/15

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-26	4.5	m3	Hormigón para pretensar tipo HP-45/B/20/IIa en tablero de puente, incluso suministro, colocación curado y vibrado.	118,17	€
			Sin descripción:	118,17	€
P-27	4.6	m2	Apoyo con pieza rectangular de neopreno armado de más de 6 dm3 de volumen , colocado	79,80	€
			Sin descripción:	79,80	€
P-28	4.7	m2	Impermeabilización en tableros, con emulsión tipo ECR-1 en una dotación de 2 Kg/m2 aplicada	7,32	€
			Sin descripción:	7,32	€
P-29	4.8	t	Mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 5 cm de espesor, extendida y compactada, con riegos de imprimación	81,75	€
			Sin descripción:	81,75	€
P-30	4.9	m	Formación de junta de dilatación para tableros de puentes, con perfil de caucho extrusionado, para absorber movimientos de 50 mm como máximo, colocado con adhesivo, incluso mortero epoxi de relleno, materiales de sellado y colocación, terminada	157,84	€
		m	Junt de dilatació exterior, formada per perfil de cautxú extrusionat, per a un recorregut	83,72000	€
			Otros conceptos	73,46000	€
P-31	4.10	kg	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2 , formada por pieza compuesta , con geometría circular de D =50 mm y 3 mm de espesor, con fijación según planos , trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante y pintado, colocado en obra con soldadura ,soportes chapa de fijación y tornillos.	1,81	€
			Sin descripción:	1,81	€
P-32	4.11	m	Pieza prefabricada de hormigón visto para imposta de puente (Pretil), según planos, colocada	66,18	€
			Sin descripción:	66,18	€
P-33	4.12	ud	Partida alzada a justificar para cimbra en toda longitud, con geometría de la sección del tablero Según planos, con apoyos en pila y estribos , sino incumbrir en terreno inferior. No integra el encofrado superior	6000	€
			Sin descripción:	6000	€
P-34	5.1	m	Pintado con pintura acrílica en solución acuosa o con disolvente y reflectante con microesferas de vidrio, incluyendo el premarcaje en puente y caminos de acceso	0,76	€
		kg	Pintura acrílica en solució aquosa o amb dissolvent, per a marques vials	0,31780	€
		kg	Microesferes de vidre	0,05460	€
			Otros conceptos	0,38760	€

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 19/8/15

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-35	5.2	ud	Partida alzada de cobro íntegro para la seguridad vial , señalización, balizamiento y desvíos	1000	€
			provisionales y definitivos, durante la ejecución de las obras y posterior ,salvado indicaciones de la		
			Dirección de Obra	1000	€
			Sin descripción:		
P-36	5.3	ud	Partida alzada a justificar para prueba de carga de estructura	1000	€
			Sin descripción:	1000	€
P-37	5.4	ud	Partida alzada a justificar para el cumplimiento de el control de calidad en obra, en base	3500	€
			al Estudio y el Plan de control de calidad		
			Sin descripción:	3500	€
P-38	5.5	pa	Partida alzada a justificar para imprevistos en obra	1000	€
			Sin descripción:	1000	€

El autor del proyecto:

Manuel Dominguez Herrerias

Presupuesto

PRESUPUESTO

Fecha: 19/8/15

Obra 01 Presupuesto
Capítulo 01 DESBROCE Y DESPEJE

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
P-1	1.1	m ²	Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos, incluso transporte de productos a vertedero o lugar de acopio	0,36	285	102,6
P-2	1.2	m ³	Terraplén extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte	7,04	37,5	264
Total						366,6

Obra 01 Presupuesto
Capítulo 02 EJECUCIÓN CARRETERAS DE ACCESO

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
P-3	2.1	m ³	Excavación en cualquier clase de terreno en caminos de acceso al puente, incluso carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio para oreo	4,99	712,5	3555,37
P-4	2.2	m ³	Relleno localizado de explanada de caminos con suelo adecuado de traza, incluso compactación por tongadas, humectación, rasanteo y nivelación	13,97	683,5	9548,49
P-5	2.3	m ³	Terraplén extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte	13,97	37,5	523,87
P-6	2.4	m ²	Suelo cemento en capa inferior de firme en los caminos de acceso al puente, extendido, humectado, mezclado, compactado, nivelado, totalmente colocado	17,98	228	4099,44
P-7	2.5	t	Mezcla bituminosa tipo AC 22 Base B60/70 G para capa base de 7 cm de espesor, extendida y compactada, con riegos de imprimación y adherencia	81,75	38,23	3125,30

euros

P-8	2.6	t	Mezcla bituminosa AC 22 Bin B60/70 D para capa intermedia de 5 cm de espesor, extendida y compactada ,con riegos de imprimación y adherencia	81,75	27,36	2236,68
P-9	2.7	t	Mezcla bituminosa AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 4 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia	81,75	21,88	1788,69
P-10	2.8	m ³	Hormigón en masa HM-15 en formación de cunetas y encofrado,fratasado,acabados y juntas	89,10	4	356,4

Total

21234,24

Obra 01 Presupuesto
Capitulol 03 ESTRIBOS

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
P-11	3.1	m ³	Excavación en cualquier clase de terreno en cimientos de estribo, incluso entibación, carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio	4,99	450	2245,5
P-12	3.2	m ³	Relleno localizado de cimientos de estribo con suelo adecuado, incluso compactación por tongadas, humectación , rasanteo y nivelación	13,97	350	4889,5
P-13	3.3	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en cimientos de estribo	1,05	2512	2637,6
P-14	3.4	kg	Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIaen zapatas de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado	99,46	48	4774,08
P-15	3.5	m ³	Hormigón en masa HM-15 de limpieza o nivelación para cimentación de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado	64,09	4,8	307,63
P-16	3.6	m ²	Encofrado y desencofrado plano,con tablero fenólico, en cimientos de estribo, colocado en cimentación	26,07	52,6	1371,28
P-17	3.7	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en alzado de estribo	1,05	3830,8	4022,34

euros

P-18	3.8	m ³	Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIa en alzados de estribos, incluso suministro, colocación y vibrado	99,46	56	5569,76
P-19	3.9	m ²	Encofrado y desencofrado plano ,con tablero fenólico en alzados, colocado en estribos a cualquier altura	55,01	112,8	6205,12
P-20	3.10	m ²	Impermeabilización con emulsión bitumonosa en trasdós de estribos, terminada ,con dotación 2 Kg/m2	7,32	48	351,36
P-21	3.11	m	Tubo dren poroso de 15 cm de diámetro interior, colocado en estribos	16,07	26	417,82

Total

32791,99

Obra	01	Presupuesto
Capítulo	04	TABLERO

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
P-22	4.1	m ²	Encofrado sobre cimbra para techos y losas con tablero de madera , montado sobre entramado de perfiles metálicos en una altura máxima de 2 m, para una superficie horizontal	57,65	290	16718,5
P-23	4.2	m ³	Alivio perdido recto en tableros de puentes, con poliestireno expandido cortado a medida con la forma según planos , de 50 cm de diametro totalmente colocado	108,11	30	3183,3
P-24	4.3	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en tablero	1,05	13216,40	13877,22
P-25	4.4	kg	Acero Y 1860 S7 de 19 cordones de 15 mm ensartado en tendón de cualquier longitud, montaje,tensado con anclajes activos de acero fundido, vaina de tubo de acero corrugado de 90 mm de diametro y 0.3 mm de espesor , inyección de lechada y sellado de cajetines, totalmente terminado	3,14	8686,50	27275,61

P-26	4.5	m ³	Hormigón para pretensar tipo HP-45/B/20/IIa en tablero de puente, incluso suministro, colocación curado y vibrado.	118,17	156,66	18512,51
P-27	4.6	dm ³	Apoyo con pieza rectangular de neopreno armado de más de 6 dm3 de volumen , colocado	79,80	75,6	6032,88
P-28	4.7	m ²	Impermeabilización en tableros, con emulsión tipo ECR-1 en una dotación de 2 Kg/m2 aplicada	7,32	208	1522,56
P-29	4.8	t	Mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 5 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación	81,75	22,20	1814,85
P-30	4.9	t	Formación de junta de dilatación para tableros de puentes, con perfil de caucho extrusionado, para absorber movimientos de 50 mm como máximo, colocado con adhesivo, incluso mortero epoxi de relleno, materiales de sellado y colocación, terminada	157,84	16	2525,44
P-31	4.10	Kg	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2 , formada por pieza compuesta , con geometría circular de D =50 mm y 3 mm de espesor, con fijación según planos , trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante y pintado,colocado en obra con soldadura ,soportes chapa de fijación y tornillos.	1,81	5991,48	10844,57
P-32	4.11	m	Pieza prefabricada de hormigón visto para imposta de puente, según planos, colocada y anclada	66,18	52	3441,36
P-33	4.12	ud	Partida alzada a justificar para cimbra en toda longitud, con geometría de la sección del tablero Según planos, con apoyos en pila y estribos , sino incumbrir en terreno inferior. No integra el encofrado superior			6000

Total

111748,8

euros

Obra	01	Presupuesto
Capítulo	05	ACABADOS

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
P-34	5.1	m	Pintado con pintura acrílica en solución acuosa o con disolvente y reflectante con microesferas de vidrio, incluyendo el premarcaje en puente y caminos de acceso	0,76	161,7	122,89
P-35	5.2	ud	Partida alzada de cobro íntegro para la seguridad vial, señalización, balizamiento y desvíos provisionales y definitivos durante la ejecución de las obras y posterior, salvado indicaciones de la Dirección de Obra			1000
P-36	5.3	ud	Partida alzada a justificar para prueba carga de estructura			1000
P-37	5.4	ud	Partida alzada a justificar para el cumplimiento de el control de calidad en obra, en base al Estudio y el Plan de control de calidad			3500
P-38	5.5	ud	Partida alzada a justificar para imprevistos en obra			1000
Total						6622,89

euros

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Fecha: 19/8/15

NIVEL : Capítulo			Importe
Capítulo	01	DESBROCE Y DESPEJE	366,6
Capítulo	02	EJECUCIÓN CARRETERAS DE ACCESO	21234,24
Capítulo	03	ESTRIBOS	32791,99
Capítulo	04	TABLERO	111748,80
Capítulo	05	ACABADOS	6622,89
	01	Presupuesto	172764,52

euros

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	172764,52 €
13,00 % GASTOS GENERALES SOBRE 172764,57.....	22459,38 €
6,00 % BENEFICIO INDUSTRIAL SOBRE 172764,52.....	10365,87 €
	<hr/>
Subtotal	205589,77 €
21,00 % IVA SOBRE 205589,77.....	43173,85 €
	<hr/>
TOTAL PRESUPUESTO POR CONTRATA	248763,62 €

Este presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de:

(DOSCIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL SETECIENTES SESENTA Y TRES
CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS)

El autor del proyecto,
Madrid 19 de Julio de 2015

Manuel Dominguez Herrerias



DOCUMENTO N° 5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos de Madrid

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

PROYECTO FIN DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL
Y TERRITORIAL

**PROYECTO CONSTRUCTIVO NUEVO PUENTE EN BURBAGUENA SOBRE EL RIO
JILOCA**

Autor del proyecto: **Manuel Domínguez Herrerías**

Nº de matrícula: **125**

Tutor del proyecto: **Fernando Rodríguez López. Doctor Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos**

Estudio de seguridad y salud laboral :
Proyecto constructivo nuevo puente en Burbaguena sobre el Jiloca

INDICE

1. OBJETO DE ESTUDIO
2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA
 - 2.1. Tipología de la obra y situación
 - 2.2. Unidades constructivas que componen la obra
 - 2.3. Presupuesto de ejecución material del proyecto
 - 2.4. Plazo de ejecución
 - 2.5. Mano de obra prevista
 - 2.6. Oficios que intervienen en el desarrollo de la obra.
 - 2.7. Tipología de los materiales a utilizar en la obra
 - 2.8. Maquinaria prevista para la ejecución de la obra
 - 2.9. Riesgos existentes. Prevención y Protección
 - 2.9.1. Riesgos relacionados con las actividades de obra
 - 2.9.2. Riesgos de la maquinaria, instalaciones y equipos de trabajo
3. MEDIDAS PREVENTIVAS A DISPONER EN OBRA
 - 3.1. MEDIDAS GENERALES
 - 3.2. MEDIDAS DE CARÁCTER ORGANIZATIVO
 - 3.2.1. Formación e información
 - 3.2.2. Servicios de prevención y organización de la seguridad y salud en la obra
 - 3.2.3. Modelo de organización de la seguridad en la obra
4. MEDIDAS DE CARÁCTER DOTACIONAL
 - 4.1. SERVICIOS DE SALUBRIDAD Y CONFORT DEL PERSONAL
 - 4.1.1. Servicio médico
 - 4.1.2. Local de asistencia a accidentados
 - 4.1.3. Instalaciones de higiene y bienestar
 - 4.2. INSTALACIONES PROVISIONALES
 - 4.2.1. Instalación eléctrica provisional de obra
 - 4.2.2. Instalación de agua provisional en la obr
 - 4.2.3. Instalación de saneamiento
 - 4.2.4. Otras instalaciones. Prevención y protección contra incendios
 - 4.3. AREAS AUXILIARES
 - 4.3.1. Centrales y plantas

4.3.2. Talleres

4.3.3. Zonas de acopio. Almacenes

4.4. TRATAMIENTO DE RESIDUOS

4.5. MEDIDAS GENERALES DE CARÁCTER TÉCNICO

4.5.1. Medidas preventivas a establecer en las diferentes actividades constructivas.

4.5.2. Estructuras y obras de fábrica

4.5.3. Medidas preventivas relativas a la maquinaria y equipos de trabajo

4.5.4. Medios de hormigonado

4.5.5. Medios de puesta en obra de firmes y pavimentos

4.5.6. Maquinaria y herramientas diversas

5. EVACUACIONES Y EMERGENCIAS

6. DOCUMENTOS DEL ESTUDIO

7. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO

8. CONCLUSIÓN

1. OBJETO DE ESTUDIO

El presente E.S.S. tiene como objetivo establecer las bases técnicas, para fijar los parámetros de la prevención de riesgos profesionales durante la realización de los trabajos de ejecución de las obras del Proyecto objeto de este estudio, así como cumplir con las obligaciones que se desprenden de la Ley 31/1995 y del RD 1627/1997, con la finalidad de facilitar el control y el seguimiento de los compromisos adquiridos al respecto, por parte del Contratista.

De acuerdo con ello, este estudio debe ser complementado, antes del comienzo de la obra, por el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista. Dicho plan desarrollará las medidas preventivas previstas en el estudio, adaptando éstas a las técnicas y soluciones que han de ponerse finalmente en obra. Eventualmente, el plan de seguridad y salud podrá proponer alternativas preventivas a las medidas planificadas aquí, en las condiciones establecidas en el Art. 7 del ya citado Real Decreto 1627/1997. En su conjunto, el plan de seguridad y salud constituirá el conjunto de medidas y actuaciones preventivas derivadas de este estudio, que el contratista se compromete a disponer en las distintas actividades y fases de la obra.

De acuerdo con el citado Real Decreto, los riesgos se agrupan en: evitables mediante medidas de carácter preventivas y, no evitables. Para la eliminación o disminución de los daños derivados de los riesgos no evitables, se dispondrán en primer lugar medidas protectoras de tipo colectivo y solo en aquellos casos en los que las protecciones colectivas no puedan garantizar la integridad de los trabajadores, se utilizarán protecciones individuales.

Se han considerado en este estudio los siguientes elementos:

- Medidas preventivas a introducir en la organización de los tajes y en los procedimientos constructivos para la eliminación de los riesgos evitables.
- Protecciones colectivas e individuales para los riesgos no evitables.
- Condiciones a cumplir por las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Instrucciones para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria empleados en la obra.
- Dar indicaciones sobre aplicación de primeros auxilios y evacuación de heridos.
- Requerimientos de personal de seguridad en la obra.

Por otro lado, el mencionado Real Decreto establece respecto a la seguridad y salud de la obra que:

- El Constructor deberá adaptar los contenidos de este Estudio a las modificaciones que realice en su planificación y procedimientos, mediante la elaboración del Plan de Seguridad y Salud de la Obra.
- El Plan será sometido a su aprobación expresa antes del inicio de la obra por parte de la Administración contratante. Después de su aprobación se mantendrá una copia a

disposición de la Dirección Facultativa, otra copia se entregará al Comité de Seguridad y Salud, o en su defecto, a los representantes de los trabajadores.

- El Plan de Seguridad y Salud será documento de obligada presentación ante la autoridad laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y estará también a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, y de los Técnicos de los Gabinetes Técnicos Provinciales de Seguridad y Salud para la realización de sus funciones.
- Es obligatorio la existencia de un Libro de Incidencias cuyas funciones se especifican en el citado Real Decreto.
- Es responsabilidad del contratista la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan, el cual responderá solidariamente frente a las responsabilidades que se deriven de la inobservancia por parte de los subcontratistas o trabajadores autónomos de las medidas previstas.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1. Tipología de la obra y situación

El puente sobre el río Jiloca forma parte de una nueva movilidad en el municipio de Burbaguena, la situación del mismo conecta la N-234 con el camino rural GR-160 y las edificaciones y explotaciones agrícolas y ganaderas de la otra margen del río.

La franja de terreno del proyecto pertenece a la cuenca fluvial del bajo Jiloca.

Se ha proyectado un puente de 26 m de longitud total entre ejes de estribos, con una pendiente de 0 % ,unido a sendos caminos adyacentes de 20,4 y 7,5 metros asfaltados con sendas sección de explanada y firme ,en desmonte somero y terraplen somero.

El puente presenta un tablero hormigón postesado constituido por una sección tipo losa aligerada de 0,9 m de canto constante a lo largo del puente. El tablero presenta un bombeo del 2% hacia ambos lados para permitir el drenaje.

Las cimentaciones del puente del presente proyecto, constan de zapatas aisladas apoyadas en un estrato resistente que se encuentra a la misma profundidad, tal como muestra en Anejo de Proyecto Geotécnico. Las dimensiones de las mencionadas son para los estribos de 8x3x1 m. Los estribos cerrados cuentan con una geometría de muro de contención, sin aletas. Éstos cuentan con una puntera de 0,8 m, un muro vertical de 2,5 m y un talón de 0,8 m, éstas longitudes corresponden al ancho.

El método constructivo proyectado consiste en la ejecución del puente mediante una única cimbra a lo largo de todo el puente, apoyada sobre los estribos. Este procedimiento permitirá ejecutar de forma continua el puente sin necesidad de incubar sobre el cauce del río.

La obra, al situarse en la N-234, permite tener buenos accesos a la zona de obras. Por otro lado, es necesario la construcción de un acceso desde la carretera mencionada hasta la zona de ejecución de las cimentaciones y caminos, para así poder bajar material y personal para ejecutar las distintas tareas.

2.2. Unidades constructivas que componen la obra

Se han descompuesto los trabajos en las siguientes actividades:

- Construcción de acceso.
- Instalación de oficinas y servicios.
- Desbroce .
- Replanteo.
- Movimiento de Tierras.
- Construcción de cimentaciones.
- Construcción estribos y tablero.
- Replanteo y construcción de caminos de acceso.
- Acabados de obra.

2.3. Presupuesto de ejecución material del proyecto

El Presupuesto de ejecución material del proyecto asciende a **465.926,60 €**

2.4. Plazo de ejecución

El plazo estimado de duración de los diferentes trabajos para la realización de la obra del presente proyecto es de 6 meses.

2.5. Mano de obra prevista

La estimación de mano de obra en punta en la ejecución del puente es de 9 personas.

2.6. Oficios que intervienen en el desarrollo de la obra.

Capataz

Oficial de 1ª

Oficial de 1ª paleta

Oficial de 1ª encofrador

Oficial de 1ª ferralla

Ayudante de paleta

Ayudante de encofrador

Ayudante de ferralla

Peón

2.7. Tipología de los materiales a utilizar en la obra

Acero en barras corrugadas.

Anclajes para tesados.

Pretils prefabricados.

Vainas para tesados.

Lechadas.

Llaves.

Conductores de cobre de 0,6/1 KV.

Hormigones sin aditivos.

Láminas bituminosas.

Latas.

Ligantes hidrocarbonados.

Materiales auxiliares para encofrados y apuntalamientos.

Materiales auxiliares para prefabricados de hormigón.

Materiales auxiliares para protecciones de viabilidad.

Materiales para la formación de juntas.

Mezclas bituminosas continuas en caliente.

Partes proporcionales de accesorios para conductores eléctricos de baja tensión.

Partes proporcionales de accesorios para elementos de soporte de luces exteriores.

Piezas prefabricadas de hormigón.

Pinturas para la señalización.

Señales.

Tablones de madera.

Tierras.

Todo-uno.

Tubos de PVC para drenajes.

2.8. Maquinaria prevista para la ejecución de la obra.

Depósito de aire comprimido de 3000 L

Retroexcavadora de 95 hp, con martillo de 800 kg a 1500 kg

Compresor portátil, con dos martillos neumáticos de 20 kg a 30 kg

Pala cargadora de 170 hp, tipos CAT-950 o equivalente

Excavadora-cargadora de 110 hp, tipo CAT-212 o equivalente

Retroexcavadora de 74 hp, tipo CAT-428 o equivalente

Excavadora sobre orugas con escarificador (D-7)

Motoniveladora de 150 hp

Rodillo vibrante autopropulsado de 12 a 14 t

Camión de 200 hp, de 15 t (7,3 m³)

Camión tractor de 450 hp, de 36 t (17,5 m³)

Camión cisterna de 6000 l

Camión grúa de 5 t

Camión cesta de 10 m de altura como máximo

Grúa autopropulsada de 12 t

Furgoneta de 3500 kg

Vibrador interno de hormigón

Camión con bomba de hormigonar

Bituminadora automotriz para riego asfáltico

Extendedora para pavimentos de mezcla bituminosa

Rodillo vibratorio autopropulsado neumático.

Equipo para tesado de cables con gato hidráulico

Equipo para inyección de lechada

Lanzadora para la manipulación y formación de tendones de pretensado.

Máquina para pintar marcas viales, autopropulsada

Regla vibratoria para hormigonado de soleras.

Motosierra para tala de árboles

Máquina para doblar redondos de acero

Cizalla eléctrica

Grupo electrógeno de 45/60 kVA, con consumos incluidos

Grupo electrógeno de 80/100 kVA, con consumos incluidos Compresor portátil.

2.9. Riesgos existentes. Prevención y Protección

Para cada una de las actividades constructivas, máquinas, equipos de trabajo e instalaciones previstos en las diferentes fases de la obra proyectada, se identifican y relacionan los siguientes riesgos y condiciones peligrosas de trabajo que resultan previsibles durante el curso de la obra:

2.9.1. Riesgos relacionados con las actividades de obra Movimiento de tierras

- Tala y retirada de árboles
 - Cortes o amputaciones
 - Lesiones por incrustamiento de ramas o astillas
 - Picaduras de insectos
 - Atropellos
 - Caídas de personas al mismo nivel
 - Caídas de personas a distinto nivel
 - Atrapamiento por la caída del árbol
 - Ambiente pulvígeno
 - Polvaredas que disminuyan la visibilidad Ruido
- Excavaciones
 - Excavación por medios mecánicos
 - Atropellos y golpes por maquinaria y vehículos de obra Atrapamientos de personas por maquinarias
 - Colisiones y vuelcos de maquinaria o vehículos de obra Caídas del personal a distinto nivel
 - Corrimientos o desprendimientos del terreno Contactos directos o indirectos con líneas eléctricas Golpes por objetos y herramientas
 - Caída de objetos
 - Ambiente pulvígeno
 - Polvaredas que disminuyan la visibilidad
 - Ruido
- Terraplenes y rellenos
 - Atropellos y golpes por maquinaria y vehículos de obra
 - Atrapamientos de personas por maquinarias
 - Colisiones y vuelcos de maquinaria o vehículos de obra
 - Caídas del personal a distinto nivel

Corrimientos o desprendimientos del terreno Contactos
directos o indirectos con líneas eléctricas Golpes por
objetos y herramientas
Ambiente pulvígeno
Polvaredas que disminuyan la visibilidad
Ruido

- Zanjas y pozos

Zanjas

Desprendimiento de paredes de terreno

Caídas de personas al mismo nivel

Caídas de personas a distinto nivel

Interferencia con conducciones eléctricas enterradas

Inundaciones por rotura de tuberías o grandes lluvias

Emanaciones de gas por rotura de conducciones

Golpes por objetos o herramientas

Caídas de objetos sobre los trabajadores

Atrapamientos de personas por maquinaria Ambiente

pulvígeno

Ruido

- Pozos y catas

Desprendimiento de paredes de terreno

Caídas de personas al mismo nivel

Caídas de personas a distinto nivel

Interferencia con conducciones eléctricas enterradas

Golpes por objetos o herramientas

Caída de objetos al interior del pozo

Atrapamientos de personas por maquinaria Atropellos

y golpes por vehículos de obra o maquinaria Afección
a edificios o estructuras próximas

Ambiente pulvígeno

Ruido

Estructuras y obras de fábrica

- Puentes y viaductos

Cimentaciones superficiales

Caída de personas a distinto nivel

Caída de personas al mismo nivel

Caída de objetos al interior

Atropellos, golpes y vuelcos de las máquinas de obra

Atrapamiento por desplome o corrimiento de tierras

Heridas con objetos punzantes

- Cimentaciones

Caída de personas a distinto nivel

Caída de personas al mismo nivel

Atropellos, golpes y vuelcos de las máquinas de obra

Aplastamientos o golpes por cargas suspendidas

Heridas con objetos punzantes

Interferencia con servicios enterrados

- Tableros contruidos "in situ"

Caída de personas a distinto nivel

Caída de personas al mismo nivel

Caída de herramientas desde las plataformas de trabajo

Derrumbamiento de la cimbra

Fallo del encofrado

Contactos eléctricos directos

Contactos eléctricos indirectos durante el hormigonado

Atropellos, golpes y vuelcos de las máquinas de obra

- Acabados

Caída de personas a distinto nivel

Caída de personas al mismo nivel

Caída de herramientas desde las plataformas de trabajo

Atropellos, golpes y vuelcos de las máquinas de obra

Heridas con objetos punzantes
Aplastamiento
Interferencia con vías en servicio
Pasos inferiores
Ejecutado "in situ"
Heridas con objetos punzantes
Interferencia con vías en servicio

Muros

- Muros hormigonados "in situ"
 - Caída de personas a distinto nivel
 - Caída de personas al mismo nivel
 - Caída de herramientas desde las plataformas de trabajo
 - Derrumbamiento de la cimbra o del encofrado
 - Derrumbamiento del propio muro
 - Atropellos, golpes y vuelcos de las máquinas de obra
 - Heridas con objetos punzantes

Carreteras de acceso al puente

- Excavaciones
 - Excavación por medios mecánicos
 - Atropellos y golpes por maquinaria y vehículos de obra
 - Atrapamientos de personas por maquinarias
 - Colisiones y vuelcos de maquinaria o vehículos de obra
 - Caídas del personal a distinto nivel
 - Corrimientos o desprendimientos del terreno
 - Contactos directos o indirectos con líneas eléctricas
 - Golpes por objetos y herramientas
 - Caída de objetos
 - Ambiente pulvígeno
 - Polvaredas que disminuyan la visibilidad
 - Ruido
- Terraplenes y rellenos
 - Atropellos y golpes por maquinaria y vehículos de obra
 - Atrapamientos de personas por maquinarias
 - Colisiones y vuelcos de maquinaria o vehículos de obra
 - Caídas del personal a distinto nivel

Servicios afectados

No se presentan en el proyecto de estudio.

Actividades diversas

- Replanteo
 - Replanteo de grandes movimientos de tierra
 - Accidentes de tráfico "in itinere"
 - Deslizamientos de ladera
 - Atropellos
 - Torceduras
 - Picaduras de animales o insectos
 - Sobreesfuerzos
 - Ambiente pulvígeno
- Replanteo en obras de fábrica o trabajos localizados
 - Caídas a distinto nivel
 - Caída de herramientas Golpes con cargas suspendidas
 - Sobreesfuerzos
 - Ambiente pulvígeno
- Señalización, balizamiento y defensa de vía de nueva construcción
 - Pequeñas obras de fábrica y de drenaje
 - Heridas con herramientas u otros objetos punzantes
 - Sobreesfuerzos
 - Ambiente pulvígeno
 - Polvaredas que disminuyan la visibilidad
- Actuaciones en la obra de los servicios técnicos
 - Accidentes de tráfico "in itinere"
 - Caídas a distinto nivel
 - Caídas al mismo nivel
 - Atropellos
 - Torceduras
 - Inhalación de gases tóxicos
 - Ambiente pulvígeno
 - Ruido

2.9.2. Riesgos de la maquinaria, instalaciones y equipos de trabajo Maquinaria de movimiento de tierras

- Bulldozers y tractores
 - Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento
 - Deslizamientos o vuelcos de máquinas
 - Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina
 - Choques de la máquina con otras o con vehículos
 - Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas
 - Atrapamientos por útiles o transmisiones
 - Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento
 - Golpes o proyecciones de materiales del terreno
 - Vibraciones transmitidas por la máquina
 - Ambientes pulvígeno
 - Polvaredas que disminuyan la visibilidad
 - Ruido
- Palas cargadoras
 - Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento
 - Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas
 - Desplome de taludes bajo o sobre la máquina
 - Máquina sin control, por abandono del conductor
 - Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina
 - Choques de la máquina con otras o con vehículos
 - Contacto de la máquina con líneas eléctricas aéreas o enterradas
 - Atrapamientos por útiles o transmisiones
 - Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento
 - Golpes o proyecciones de materiales del terreno
 - Vibraciones transmitidas por la máquina
 - Ambiente pulvígeno
 - Polvaredas que disminuyan la visibilidad
 - Ruido

- Motoniveladoras
 - Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento
 - Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas
 - Máquina sin control, por abandono del conductor
 - Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina
 - Choques de la máquina con otras o con vehículos
 - Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento
 - Golpes o proyecciones de materiales del terreno
 - Vibraciones transmitidas por la máquina
- Retroexcavadoras
 - Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento
 - Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas
 - Desplome de taludes bajo o sobre la máquina
 - Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina
 - Contacto de la máquina con líneas eléctricas aéreas o enterradas
 - Ruido
- Rodillos vibrantes
 - Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento
 - Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre el terreno
 - Máquina sin control, por abandono del conductor
 - Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina
 - Choques de la máquina con otras o con vehículos
 - Atrapamientos por útiles o transmisiones
 - Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento
 - Golpes o proyecciones de materiales del terreno
 - Vibraciones transmitidas por la máquina
 - Ambiente pulvígeno
- Pisones
 - Golpes o aplastamientos por el equipo
 - Sobreesfuerzos o lumbalgias
 - Vibraciones transmitidas por la máquina
 - Ambiente pulvígeno
 - Polvaredas que disminuyan la visibilidad
 - Torceduras por pisadas sobre irregularidades u objetos

- Camiones y dúmperes

Derrame del material transportado

Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento

Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre el terreno Máquina sin control, por abandono del conductor sin desconectar Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina

Choques de la máquina con otras o con vehículos

Contacto de la máquina con líneas eléctricas aéreas Atrapamientos por útiles o transmisiones

Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento Golpes o proyecciones de materiales del terreno

Vibraciones transmitidas por la máquina

Ambiente pulvígeno

Polvaredas que disminuyan la visibilidad

Medios de hormigonado

- Camión hormigonera

Accidentes de tráfico en incorporaciones desde/hacia la obra

Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina

Choques de la máquina con otras o con vehículos

Contacto de la máquina con líneas eléctricas aéreas

Atrapamientos por útiles o transmisiones

Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento

Vibraciones transmitidas por la máquina

Ambiente pulvígeno

Polvaredas que disminuyan la visibilidad

- Bomba autopropulsada de hormigón

Máquina sin control, por abandono del conductor sin desconectar

Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina

Choques de la máquina con otras o con vehículos

Contacto de la máquina con líneas eléctricas aéreas

Atrapamientos por útiles o transmisiones

Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento

Proyecciones de hormigón bombeado sobre trabajadores o público

- Vibradores
 - Sobreesfuerzos
 - Lumbalgias
 - Ruido
- Andamios colgados y plataformas voladas
 - Caídas a distinto nivel
 - Caída de objetos o herramientas
 - Descuelgue del andamio durante su montaje o desmontaje
 - Heridas con objetos punzantes
- Andamios tubulares y castilletes
 - Caídas a distinto nivel
 - Caída de objetos o herramientas
 - Descuelgue del andamio durante su montaje o desmontaje
 - Heridas con objetos punzantes
- Plataformas de trabajo
 - Caídas a distinto nivel
 - Caída de objetos o herramientas
 - Desplome del andamio durante su montaje o desmontaje
 - Corrimientos en los acopios de las piezas
 - Heridas con objetos punzantes

Medios de fabricación y puesta en obra de firmes y pavimentos

- Extendedora de aglomerado asfáltico
 - Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento
 - Choques de la máquina con otras o con vehículos
 - Incendios
 - Ambiente insalubre por emanaciones bituminosas
- Compactador de neumáticos
 - Accidentes en los viales de la obra
 - Choques de la máquina con otras o con vehículos
- Rodillo vibrante autopropulsado
 - Vibraciones transmitidas por la máquina
 - Ruido
- Camión basculante
 - Accidentes de tráfico en incorporaciones desde/hacia la obra
 - Derrame del material transportado

- Fresadora
Vibraciones transmitidas por la máquina
Ruido

Acopios y almacenamiento

- Acopio de tierras y áridos
Corrimientos de tierras del propio acopio Daños ambientales y/o invasión de propiedades
Ambiente pulvígeno
- Acopio de tubos, marcos, elementos prefabricados, ferralla,...
Corrimientos de tierras del propio acopio Daños ambientales y/o invasión de propiedades
- Almacenamiento de pinturas, desencofrante, combustibles,...
Afecciones ambientales por fugas o derrames

Instalaciones auxiliares

- Instalaciones eléctricas provisionales de obra
Contactos eléctricos indirectos
Manipulaciones inadecuadas de los interruptores o seccionadores
Inducción de campos magnéticos peligrosos en otros equipos

Maquinaria y herramientas diversas

- Camión grúa
Atropellos
Vuelco de la grúa
Incendios por sobretensión
Atrapamientos por útiles o transmisiones Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento
- Grúa móvil
Atropellos
Vuelco de la grúa
Corrimientos de tierra inducidos en excavaciones próximas Riesgo por impericia
Aplastamiento por caída de carga suspendida
Contacto eléctrico de la pluma con líneas aéreas
- Compresores
Ruido

Sobreesfuerzos o lumbalgias

Vibraciones

- Cortadora de pavimento

Sobreesfuerzos o lumbalgias

Vibraciones

Ruido

- Martillos neumáticos

Sobreesfuerzos o lumbalgias

Vibraciones

Ruido

- Pistola fijaclavos

Alcances por disparos accidentales de clavos

- Maquinillos elevadores de cargas

Caídas a distinto nivel durante el montaje o el mantenimiento

Caídas a diferente nivel por arrastre o empuje de la carga

- Taladro portátil

- Herramientas manuales

Riesgo por impericia

Caída de las herramientas a distinto nivel

Caídas al mismo nivel por tropiezo

3. MEDIDAS PREVENTIVAS A DISPONER EN OBRA

3.1. MEDIDAS GENERALES

Al objeto de asegurar el adecuado nivel de seguridad laboral en el ámbito de la obra, son necesarias una serie de medidas generales a disponer en la misma, no siendo éstas susceptibles de asociarse inequívocamente a ninguna actividad o maquinaria concreta, sino al conjunto de la obra. Estas medidas generales serán definidas concretamente y con el detalle suficiente en el plan de seguridad y salud de la obra.

3.2. MEDIDAS DE CARÁCTER ORGANIZATIVO

3.2.1. Formación e información

En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador. En su aplicación, todos los operarios recibirán, al ingresar en la obra o con anterioridad, una exposición detallada de los métodos de trabajo y los riesgos que pudieran entrañar, juntamente con las medidas de prevención y protección que deberán emplear.

Los trabajadores serán ampliamente informados de las medidas de seguridad personal y colectiva que deben establecerse en el tajo al que están adscritos, repitiéndose esta información cada vez que se cambie de tajo.

Para ello, se impartirán a todos los operarios un total de 5 horas lectivas de Seguridad y Salud en el Trabajo. En dichas horas, además de las Normas y Señales de Seguridad, se les concienciará en su respeto y cumplimiento, se les expondrá la finalidad de las protecciones colectivas, y la forma de uso y conservación de los EPI's (Equipo de Protección Individual). Dicha formación deberá ser realizada por el personal de los Servicios de Prevención propios (o ajenos) de la empresa principal, quedando incluida en dicha formación todo el personal de la obra, la cual se realizará en horas de trabajo.

El contratista facilitará una copia del plan de seguridad y salud a todas las subcontratas y trabajadores autónomos integrantes de la obra, así como a los representantes de los trabajadores.

3.2.2. Servicios de prevención y organización de la seguridad y salud en la obra.

La empresa contratista encomendará a su organización de prevención la vigilancia de cumplimiento de las obligaciones preventivas de la misma, plasmadas en el plan de seguridad y salud de la obra, así como la asistencia y asesoramiento al Jefe de obra en cuantas cuestiones de seguridad se planteen a lo largo de la duración de la obra.

Al menos uno de los trabajadores destinados en la obra poseerá formación y adiestramiento específico en primeros auxilios a accidentados, con la obligación de atender a dicha función en todos aquellos casos en que se produzca un accidente con efectos personales o daños o lesiones, por pequeños que éstos sean.

Todos los trabajadores destinados en la obra poseerán justificantes de haber pasado reconocimientos médicos preventivos y de capacidad para el trabajo a desarrollar, durante los últimos doce meses, realizados en el departamento de Medicina del Trabajo de un Servicio de Prevención acreditado.

El plan de seguridad y salud establecerá las condiciones en que se realizará la información a los trabajadores, relativa a los riesgos previsibles en la obra, así como las acciones formativas pertinentes.

3.2.3. Modelo de organización de la seguridad en la obra.

Al objeto de lograr que el conjunto de las empresas concurrentes en la obra posean la información necesaria acerca de su organización en materia de seguridad en esta obra, así como el procedimiento para asegurar el cumplimiento del plan de seguridad y salud de la obra por parte de todos sus trabajadores, dicho plan de seguridad y salud contemplará la obligación de que cada subcontrata designe antes de comenzar a trabajar en la obra, al menos:

- **Técnicos de prevención** designados por su empresa para la obra, que deberán planificar las medidas preventivas, formar e informar a sus trabajadores, investigar los accidentes e incidentes, etc.

- **Trabajadores responsables** de mantener actualizado y completo el archivo de seguridad y salud de su empresa en obra.
- **Vigilantes de seguridad y salud**, con la función de vigilar el cumplimiento del plan de seguridad y salud por parte de sus trabajadores y de los de sus subcontratistas, así como de aquéllos que, aun no siendo de sus empresas, puedan generar riesgo para sus trabajadores.

4. MEDIDAS DE CARÁCTER DOTACIONAL.

4.1. SERVICIOS DE SALUBRIDAD Y CONFORT DEL PERSONAL

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del Real Decreto 1627/97, la obra dispondrá de las instalaciones necesarias de higiene y bienestar, relativo a las DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

4.1.1. Servicio médico

La empresa contratista dispondrá de un Servicio de vigilancia de la salud de los trabajadores según lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Todos los operarios que empiecen a trabajar en la obra deberán haber pasado un reconocimiento médico general previo en un plazo inferior a un año. Los trabajadores que han de estar ocupados en trabajos que exijan cualidades fisiológicas o psicológicas determinadas deberán pasar reconocimientos médicos específicos para la comprobación y certificación de idoneidad para tales trabajos, entre los que se encuentran los de gruistas, conductores, operadores de máquinas pesadas, trabajos en altura, etc.

4.1.2. Local de asistencia a accidentados

En aquellos centros de trabajo que se ocupen simultáneamente por más de 50 trabajadores durante más de un mes, se establecerá un recinto destinado exclusivamente a las curas del personal de obra. La obra dispondrá de material de primeros auxilios en lugar debidamente señalizado y de adecuado acceso y estado de conservación, cuyo contenido será revisado semanalmente, reponiéndose los elementos necesarios.

En las inmediaciones de los principales tajos se dispondrá de los siguientes elementos, que contarán con los requerimientos del Pliego de Prescripciones:

- “Cartel de primeros auxilios”
- “Cartel de direcciones de urgencia”.
- Botiquín portátil

Los locales de primeros auxilios dispondrá, como mínimo, de:

- Un botiquín
- Una litera
- Una fuente de agua potable

El suelo y las paredes del local de asistencia a accidentados, han de ser impermeables, pintados preferiblemente con colores claros. Luminoso, caldeado en la estación fría, ventilado si fuera necesario de manera forzada en caso de dependencias subterráneas. Deberá tener a la vista el cuadro de direcciones y teléfonos de los centros asistenciales más próximos, ambulancias y bomberos.

En obras en las cuales el nivel de ocupación simultáneo esté entre 25 y 50 trabajadores, el local de asistencia a accidentados podrá ser sustituido por un armario farmacia emplazado en la oficina de obra. El botiquín, custodiado por el socorrista de obra, deberá estar dotado como mínimo de: alcohol, agua oxigenada, pomada antiséptica, gasas, vendas sanitarias de diferentes tamaños, vendas elásticas compresivas adherentes, esparadrapo, tiritas, mercurcromo o antiséptico equivalente, analgésicos, bicarbonato, pomada para picadas de insectos, pomada para quemaduras, tijeras, pinzas ducha portátil para los ojos, termómetro clínico, caja de guantes esterilizados y torniquete.

Para contrataciones inferiores, podrá ser suficiente disponer de un botiquín de bolsillo o portátil, custodiado por el encargado.

El Servicio de Prevención de la empresa contratista establecerá los medios materiales y humanos adicionales para efectuar la Vigilancia de la Salud de acuerdo a lo que establece la ley 31/95.

Además, se dispondrá de un botiquín portátil con el siguiente contenido:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados, - Gasas estériles,
- Algodón hidrófilo,
- Vendas,
- Esparadrapo,
- Tijeras,
- Pinzas,
- Guantes de un solo uso.

Además, de acuerdo con el Pliego de Prescripciones, para el conjunto de la obra se dispondrá de un botiquín central.

De forma anual será obligatoria la realización de un reconocimiento médico a todos los trabajadores, realizándose el primero de ellos, al inicio de las obras o en el momento en que se incorpore a las mismas.

Igualmente será obligatorio la realización del curso de primeros auxilios y socorrismo al inicio de las obras a un grupo de cinco trabajadores, que se repetirá a los mismos de forma anual con objeto de actualizar y afianzar los conocimientos.

4.1.3. Instalaciones de higiene y bienestar

4.1.3.1. Lavabos

Como mínimo uno para cada 10 personas.

4.1.3.2. Cabinas de evacuación

Se ha de instalar una cabina de 1,5 m² x 2,3 m de altura, dotada de placa turca, como mínimo, para cada 25 personas.

4.1.3.3. Local de duchas

Cada 10 trabajadores, dispondrán de una cabina de ducha de dimensiones mínimas de 1,5 m² x 2,3 m de altura, dotada de agua fría-caliente, con suelo antideslizante.

4.1.3.4. Vestuarios

Superficie aconsejable de 2 m² por trabajador contratado.

4.1.3.5. Comedor

Diferente del local de vestuario. A efectos de cálculo deberá considerarse entre 1,5 y 2 m² por trabajador que coma en la obra.

Equipado con banco alargado o sillas, cercano a un punto de suministro de agua (1 grifo y pica lavaplatos para cada 10 personas), medios para calentar comidas (1 microondas cada 10 comensales), y cubo hermético (60 l de capacidad, con tapa) para depositar los escombros.

4.1.3.6. Local de descanso

En aquellas obras que se ocupen simultáneamente por más de 50 trabajadores durante más de 3 meses, es recomendable que se establezca un recinto destinado exclusivamente al descanso del personal, situado lo más cercano posible del comedor y servicios.

A efectos de cálculo se considerará 3 m² por usuario habitual.

Para la limpieza y conservación de estos locales en las condiciones pedidas, se dispondrá de un trabajador con la dedicación de una (1) hora diaria.

Dadas las características habituales de las obras de carreteras, de linealidad y separación en el espacio de los distintos tajos, y de existir a lo largo de la traza instalaciones públicas de higiene y bienestar, el contratista podrá proponer en su plan de seguridad y salud el uso para los trabajadores de estas instalaciones, previo acuerdo con sus propietarios y siempre que se cumplan las normas establecidas en el Real Decreto mencionado. En todo caso los trabajadores dispondrán de medios de transporte precisos para el uso de estas instalaciones, facilitados por la empresa contratista.

Se asegurará, en todo caso el suministro de agua potable al personal perteneciente a la obra.

4.2. INSTALACIONES PROVISIONALES

4.2.1. Instalación eléctrica provisional de obra

Se harán los trámites adecuados, para que la compañía suministradora de electricidad o una acreditada haga la conexión desde la línea suministradora hasta los cuadros donde se tiene que instalar la caja general de protección y los contadores, desde los cuales los Contratistas procederán a montar el resto de la instalación eléctrica de suministro provisional a la obra, conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según el proyecto de un instalador autorizado.

Se realizará una distribución sectorial, que garantice el adecuado suministro a todos los puntos de consumo de la obra, con conductor tipo V -750 de cobre de secciones adecuadas canalizadas en tubo de PVC, rígido blindado o flexible según su recorrido, pero siempre con el apantallamiento suficiente para resistir al paso de vehículos y tránsito normal de una obra.

La instalación eléctrica tendrá una red de protección de tierra mediante cable de cobre que estará conectado a una jabalina, placas de conexión a tierra, según cálculo del proyectista y comprobación del instalador.

Las medidas generales de seguridad en la instalación eléctrica son las siguientes:

- Conexión de servicio
 - Se realizará de acuerdo con la compañía de suministro.
 - Su sección vendrá determinada por la potencia instalada.
 - Existirá un módulo de protección (fusibles y limitadores de potencia).
 - Estará situada siempre fuera del alcance de la maquinaria de elevación y en las zonas sin paso de vehículos.
- Cuadro General
 - Dispondrá de protección frente a los contactos indirectos mediante diferencial de sensibilidad mínima de 300mA. Para iluminación y herramientas eléctricas de doble aislamiento su sensibilidad hará falta que sea de 30 mA.

- Dispondrá de protección frente a los contactos directos por tal que existan partes en tensión al descubierto (alcantarillas, tornillos de conexión, terminales automáticos, ect.).
- Dispondrá de interruptores de corte magnetotérmicos para cada uno de los circuitos independientes. Los de aparatos de elevación deberán de ser de corte unipolar (cortaran todos los conductores, incluido el neutro).
- Irá conectado a tierra (resistencia máxima 78 Ohms). En el inicio de la obra se realizará una conexión a tierra provisional que deberá de estar conectado al anillo de tierras, inmediatamente después de realizadas las cimentaciones.
- Estará protegido de la intemperie.
- Es recomendable el uso de llave especial para su apertura.
- Se señalizará con señal normalizada de advertencia de riesgo eléctrico (RD 485/97).

- Conductores

- Dispondrán de un aislamiento de 1000 V de tensión nominal, que se puede reconocer por su impresión sobre el mismo aislamiento.
- Los conductores estarán enterrados, o grapados a los paramentos verticales o techos alejados de las zonas de paso de vehículos i/o personas.

- Cuadros secundarios

- Seguirán las mismas especificaciones establecidas para el cuadro general y tendrán que ser de doble aislamiento.
- Ningún punto de consumo puede estar a más de 25 m de uno de estos cuadros.
- Aunque su composición variará según las necesidades, el aparejamiento más convencional de los equipos secundarios por planta es el siguiente:
 - 1 Magnetotérmico general de 4P : 30 A
 - 1 Diferencial de 30A : 30 mA
 - 1 Magnetotérmico 3P : 20 mA
 - 4 Magnetotérmicos 2P : 16 A
 - 1 Conexión de corriente 3P+T : 25 A
 - 1 Conexión de corriente 2P+T : 16 A
 - 2 Conexiones de corriente 2P : 16 A
 - 1 Transformador de seguridad : 220 V/24 V
 - 1 Conexión de corriente 2P : 16 A

- Conexiones de corriente

- Irán previstas de imbornales de conexión a tierra, excepción hecha para la conexión de equipos de doble aislamiento
- Se ampararán mediante un magnetotérmico que facilite su desconexión. -

Se harán servir los siguientes colores:

- Conexión de 24 V : Violeta.
- Conexión de 220 V : Azul.
- Conexión de 380 V : Rojo.

- Se emplearán conexiones de tipo: "Rafón".

- Maquinaria eléctrica

- Dispondrán de conexión a tierra.
- Los aparatos de elevación irán provistos de interruptor de corte unipolar.
- Se conectarán a tierra las guías de los elevadores y los carriles de grúa u otros aparatos de elevación fijos.
- El establecimiento de conexión a las bases de corriente, se harán siempre con clavija normalizada.

- Iluminación provisional

- El circuito dispondrá de protección diferencial de alta sensibilidad, de 30 mA.
- Los portalámparas deberán de ser del tipo aislante.
- Tendrán alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de separación de circuitos.

4.2.2. Instalación de agua provisional en la obra

Por parte del Contratista Principal, se realizarán las gestiones adecuadas ante la compañía suministradora de agua, para que instalen una derivación desde la cañería general al punto donde se tiene que colocar el correspondiente contador y puedan continuar el resto de la canalización provisional por el interior de la obra.

La distribución interior de la obra podrá realizarse con cañería de PVC flexible con los ronzales de distribución y con caña galvanizada o de cobre, dimensionado según las Normas Básicas de la Edificación relativas a fontanería en los puntos de consumo, todo aquello garantizado en una total estanqueidad y aislamiento dieléctrico en las zonas necesarias.

4.2.3. Instalación de saneamiento

Desde el comienzo de la obra, se conectarán a la red de alcantarillado público, las instalaciones provisionales de la obra que produzcan vertidos de aguas sucias.

Si se produjera algún retardo en la obtención de los permisos municipales de conexión, se deberá de realizar, a cargo del contratista, una fosa séptica o pozo negro tratado con bactericidas.

4.2.4. Otras instalaciones. Prevención y protección contra incendios

Para los trabajos que conlleven la introducción de llama o de equipos productores de chispas en zonas de riesgo de incendio o de explosión, se deberá tener un permiso de forma explícita, realizado por una persona responsable, donde al lado de las fechas inicial y final, la naturaleza y la localización del trabajo, y el equipo a usar, se indicaran las precauciones a adoptar respecto a los combustibles presentes (sólidos, líquidos, gases, vapores, polvos), limpieza previa de la zona y los medios adicionales de extinción, vigilancia y ventilación adecuadas.

Las precauciones generales para la prevención y la protección contra incendios serán los siguientes:

- La instalación eléctrica deberá estar de acuerdo con aquello establecido en la Instrucción M.I.B.T. 026 del vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para locales con riesgo de incendios o explosiones.
- Se limitará la presencia de productos inflamables en los lugares de trabajo a las cantidades estrictamente necesarias para que el proceso productivo no se pare. El resto se guardará en locales diferentes al de trabajo, y en el caso que esto no fuera posible se hará en recintos aislados y condicionados. En todo caso, los locales y los recintos aislados cumplirán aquello especificado en la Norma Técnica “MIE-APQ-001, Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles” del Reglamento sobre Almacenamiento de Productos Químicos.
- Se instalarán recipientes contenedores herméticos e incombustibles en los cuales se deberán depositar los residuos inflamables, retales, etc.
- El almacenamiento y uso de gases licuados cumplirán con todo aquello establecido en la Instrucción MIE-AP7 del vigente Reglamento de Aparatos a Presión en la norma 9, apartados 3 y 4 en aquello referente al almacenamiento, la utilización, el inicio del servicio y las condiciones particulares de gases inflamables.
- Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos. Existirá una señalización indicando los lugares de prohibición de fumar, situación de extintores, caminos de evacuación, etc.
- Se han de separar claramente los materiales combustibles los unos de los otros, y todos ellos han de evitar cualquier tipo de contacto con equipos y canalizaciones eléctricas.
- La maquinaria, tanto fija como móvil, accionada por energía eléctrica, ha de tener las conexiones de corriente bien realizadas, y en los emplazamientos fijos se le deberá de proveer de aislamiento a tierra.
- Las operaciones de transvase de combustible han de efectuarse con buena ventilación, fuera de la influencia de chispas y fuentes de ignición. Se han de prever también las consecuencias de posibles vertidos durante la operación.

- Cuando se transvasen líquidos combustibles o se llenen depósitos, se deberán de parar los motores accionados.
- En las situaciones descritas anteriormente (almacenes, maquinaria fija o móvil, transvase de combustible, montaje de instalaciones energéticas) y en aquellas otras en qué se manipule una fuente de ignición, se deberán colocar extintores, la carga y capacidad de los cuales sea en consonancia con la naturaleza del material combustible y con su volumen, así como arena y tierra donde se manejen líquidos inflamables, con la herramienta propia para extenderla.

Emplazamiento y distribución de los extintores en la obra

Los principios básicos para el emplazamiento de los extintores, son:

- Los extintores manuales se colocaran señalizados, sobre soportes fijados en los paramentos verticales o pilares, de forma que la parte superior del extintor quede como máximo a 1,7 metros del suelo.
- En áreas con posibilidades de fuegos “A”, la distancia a recorrer horizontalmente, desde cualquier punto del área protegida hasta conseguir el extintor adecuado más próximo, no excederá los 25 metros.
- En áreas con posibilidades de fuegos “B”, la distancia a recorrer horizontalmente, desde cualquier punto del área protegida hasta conseguir el extintor adecuado más próximo, no excederá los 15 metros.
- Los extintores móviles deberán de colocarse en aquellos puntos donde se estime que existe una mayor probabilidad de originarse un incendio, a ser posible, próximos a las salidas y siempre en lugares de fácil visibilidad y acceso. En locales grandes o cuando existan obstáculos que dificulten su localización, se señalará convenientemente su ubicación.

4.3. AREAS AUXILIARES

4.3.1. Centrales y plantas

Estarán ubicadas estratégicamente en función de las necesidades de la obra. En el tránsito de vehículos en sus accesos se tendrá especial atención a lo que se refiere al orden, abalizamiento y señalización, con un ancho mínimo de la zona de rodadura de 6 metros y pórtico de gálibo de limitación en altura, mínima de 4 metros.

El acceso a la instalación queda restringida exclusivamente al personal necesario para su explotación, estando especialmente balizada, señalizada y prohibida la presencia de toda persona en el radio de giro de la dragalina. Todos los accesos o pasarelas situadas en alturas

superiores a 2 metros sobre el suelo o plataforma de nivel inferior, dispondrá de barandilla reglamentaria de 1 metro de altura.

Los elementos móviles y transmisiones estarán apantallados en las zonas de trabajo o de paso, susceptible de posibilidad atrapamientos o, en su defecto, se encontraran debidamente señalizados. Los vacíos horizontales estarán condenados y, si no fuera posible como en el caso de la fosa de skip, se dispondrá de barandillas laterales reglamentarias de 1 metro de altura y tope para rodadura de vehículos.

La construcción de la estacada destinada a la contención y separación de áridos, será firme y arriostrada en previsión de vuelcos.

Los silos de cemento no serán herméticos, para evitar el efecto de la presión. La boca de recepción del silo estará condenada con un sólido emparrillado o rejilla metálica. La tapa dispondrá de baranda perimetral reglamentaria de 1 metro de altura. El acceso mediante escala “de gato” estará protegido mediante argollas metálicas (\varnothing 0,80 m) a partir de 2 metros del arranque.

La instalación eléctrica cumplirá con las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Las operaciones de mantenimiento preventivo se realizaran en conformidad a las instrucciones del fabricante o importador.

4.3.2. Talleres

Estarán ubicados estratégicamente en función de las necesidades de la obra.

De forma general, los locales destinados a talleres tendrán las siguientes dimensiones mínimas (descontando los espacios ocupados para máquinas, aparatos, instalaciones y/o materiales): 3 metros de altura del piso al techo, 2 m² de superficie y 10 m³ de volumen por trabajador.

La circulación del personal y los materiales estará ordenada con mucha atención, balizada y señalizada, con un ancho mínimo de la zona de paso de personal (sin carga) de 1,2 m² para pasadizos principales (1 metro para pasadizos secundarios) independiente de las vías de manutención mecánica de materiales. En zonas de paso, la separación entre máquinas y/o equipos nunca será inferior a 0,8 metros (contados desde el punto más salido del recorrido del órgano móvil más próximo). Alrededor de los equipos que generen calor radiante, se mantendrá un espacio libre no inferior a 1,5 metros. Las instalaciones provisionales suspensas sobre zonas de paso estarán canalizadas a una altura mínima de 1,9 metros sobre el nivel de pavimento.

La intensidad mínima de iluminación, en los lugares de operación de las máquinas y equipos, será de 200 lux. La iluminación de emergencia será capaz de mantener, al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux, y su fuente de energía será independiente del sistema normal de iluminación.

El acceso, a los diferentes talleres provisionales de la obra, tiene que restar restringido exclusivamente al personal adscrito a cada uno de ellos, estando expresamente balizado, señalizado, y prohibida la presencia de toda persona en el radio de actuación de cargas

suspensas, así como en los de desplazamientos y servidumbres de máquinas y/o equipos. Todos los accesos o pasarelas situadas a alturas superiores a 2 m sobre el suelo o plataforma de nivel inferior, dispondrá de barandilla reglamentaria de 1 m de altura.

Los elementos móviles y transmisiones estarán apantallados en las zonas de trabajo o de paso susceptibles de posibilitar atrapamientos o en su defecto, se encontraran debidamente señalizados. Los vacíos horizontales serán condenados.

La instalación eléctrica cumplirá con las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Las operaciones de mantenimiento preventivo se realizaran en conformidad a las instrucciones del fabricante o importador.

Las emanaciones de polvo, fibras, humos, gases o vapores dispondrán de extracción localizada, en la medida de lo posible, evitando su difusión por la atmosfera. En los talleres cerrados, el suministro de aires fresco y limpio por hora y ocupado será, al menos, de 30 a 50 m³, a pesar de que se efectúe una renovación total de aire diversas veces por hora (no inferior a 10 veces).

4.3.3. Zonas de acopio. Almacenes.

Los materiales almacenados en la obra, deberán de ser los comprendidos entre los valores “máximos y mínimos”, según una adecuada planificación, que impida estacionamientos de materiales y/o equipos inactivos que puedan ser causa de accidente.

Los Medios Auxiliares de Utilidad Preventiva, necesarios para complementar la manipulación manual o mecánica de los materiales apilados, deberán estar previstos en la planificación de los trabajos.

Las zonas de acopio provisional estarán balizadas, señalizadas e iluminadas adecuadamente. De forma general el personal de la obra (tanto propio como subcontratado) deberá haber recibido la formación adecuada respecto a los principios de manipulación manual de materiales. De forma más singularizada, los trabajadores responsables de la realización de maniobras con medios mecánicos, deberán tener una formación cualificada de sus acometidas y responsabilidades durante las maniobras.

4.3.3.1. Acopio de tierras y áridos

Si el acopio rebasa los 2 m de altura, será necesario el vallado o delimitación de toda la zona de acopio.

No se deben acopiar tierras o áridos junto a excavaciones o desniveles que puedan dar lugar a deslizamientos y/o vertidos del propio material acopiado.

No deben situarse montones de tierras o áridos junto a dispositivos de drenaje que puedan obstruirlos, como consecuencia de arrastres en el material acopiado o que puedan obstruirlos por simple obstrucción de la descarga del dispositivo.

4.3.3.2. Acopio de tubos, elementos prefabricados y ferralla

En los acopios de tubos, elementos prefabricados y ferralla se observarán las siguientes normas de seguridad:

El acopio de tuberías se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto. El transporte de tuberías se realizará empleando útiles adecuados que impidan el deslizamiento y caída de los elementos transportados. Estos útiles se revisarán periódicamente, con el fin de garantizar su perfecto estado de empleo.

La ferralla se acopiará junto al tajo correspondiente, evitando que haga contacto con suelo húmedo para paliar su posible oxidación y consiguiente disminución de resistencia.

4.3.3.3. Almacenamiento de pinturas, deseconfrante y combustibles Habrá de preverse un almacén cubierto y separado para los productos combustibles o tóxicos que hayan de emplearse en la obra. A estos almacenes no podrá accederse fumando ni podrán realizarse labores que generen calor intenso, como soldaduras. Si existan materiales que desprendan vapores nocivos, deberán vigilarse periódicamente los orificios de ventilación del recinto. Además, los trabajadores que accedan a estos recintos habrán disponer de filtros respiratorios.

Si los productos revisten toxicidad ecológica intensa, el punto de almacenamiento no se ubicará en vaguadas o terrenos extremadamente permeables para minimizar los efectos de un derrame ocasional.

Los almacenes estarán equipados con extintores adecuados al producto inflamable en cuestión en número suficiente y correctamente mantenidos. En cualquier caso, habrá de tenerse en cuenta la normativa respecto a sustancias tóxicas y peligrosas, en lo referente a la obligatoriedad de disponer de un consejero de seguridad en estos temas.

4.4. TRATAMIENTO DE RESIDUOS

El Contratista es responsable de gestionar los sobrantes de la obra de conformidad con las directrices del R.D. 201/1994, de 26 de julio, regulador de derribos y de otros residuos de construcción, con el fin de minimizar la producción de residuos de construcción como un resultado de la previsión de determinados aspectos del proceso, que hay que considerar tanto en la fase de proyecto como en la de ejecución de material de la obra y/o el derribo o desconstrucción.

Los residuos se librarán a un gestor autorizado, financiando el contratista, los costes que ello conlleve.

Si en las excavaciones y vaciados de tierras aparecen antiguos depósitos o cañerías, no detectados previamente, que contengan o hayan podido contener productos tóxicos y contaminantes, se vaciarán previamente y se aislarán los productos correspondientes de la excavación para ser evacuados independientemente del resto y se librarán a un gestor autorizado.

4.5. MEDIDAS GENERALES DE CARÁCTER TÉCNICO

4.5.1. Medidas preventivas a establecer en las diferentes actividades constructivas.

4.5.1.1. Movimiento de tierras

Desbroces

- **Desbroce y excavación de tierra vegetal**

Ante estos trabajos, el plan de seguridad y salud laboral de la obra desarrollará, al menos, los siguientes aspectos:

- Orden y método de realización del trabajo: maquinaria y equipos a utilizar.
- Accesos a la explanación: rampas de ancho mínimo 4,50 m. con sobreechanco en curva, pendiente máxima del 12% (8% en curvas) y tramos horizontales de incorporación a vías públicas de 6 m., al menos.
- Establecimiento de las zonas de estacionamiento, espera y maniobra de la maquinaria.
- Señalamiento de la persona a la que se asigna la dirección de las maniobras de desbroce.
- Forma y controles a establecer para garantizar la eliminación de raíces y tocones mayores de 10 cm, hasta una profundidad mínima de 50 cm.
- Disponibilidad de información sobre conducciones eléctricas y de agua y gas bajo el terreno.
- Detección y solución de cursos naturales de agua, superficiales o profundas.
- Existencia y, en su caso, soluciones de paso bajo líneas eléctricas aéreas.
- Existencia y situación de edificios próximos; profundidad y afección por la obra. Medidas a disponer: apeos, apuntalamientos de fachadas, testigos de movimientos de fisuras, etc.
- Previsión de apariciones de lentejones y restos de obras dentro de los límites de explanación.
- Previsión de blandones y pozos de tierra vegetal y de evitación del paso sobre los mismos.
- Colocación de topes de seguridad cuando sea necesario que una máquina se aproxime a los bordes ataluzados de la explanación, tras la comprobación de la resistencia del terreno.
- Previsión de eliminación de rocas, árboles o postes que puedan quedar descalzados o en situación de inestabilidad en la ladera que deba quedar por encima de zonas de desmonte.

- **Tala y retirada de árboles**

Todas las operaciones de retirada o derribo de árboles habrán de ser dirigidas por una única persona. A ella han de atender todos los implicados: grúistas, peones, etc. Siempre que haya que realizar operaciones de abatimiento de árboles, aunque se atiranten por la copa, deberá de notificarse verbalmente a las personas que allí se encuentren, tanto trabajadores del propio tajo, como habitantes o trabajadores cercanos que pudieran verse afectados por el derribo.

Las labores de manejo de árboles exigen a los trabajadores que sean llevadas a cabo con empleo de guantes de cuero y mono de trabajo para evitar el clavado de astillas. Del mismo modo, serán necesarias las gafas protectoras para evitar la introducción de ramas en los ojos, para los trabajadores que operen cercanos a éstas.

Los ganchos de las eslingas, así como el de la grúa, irán siempre provistos de pestillo de seguridad.

Si el *árbol es de poca altura* (menor de 4m) y su destino no es ser replantado, el proceso podrá llevarse a cabo acotando la zona afectada y abatiendo el árbol por corte directo en cuña mediante motosierra. Tras la caída del árbol, éste será troceado y evacuado del lugar hacia su destino final. La eliminación del tocón se efectuará con una pala mixta o con retroexcavadora, según sea el tamaño del mismo. Cuando sea necesario derribar *árboles de más de 4 metros de altura*, el proceso consistirá en acotar la zona afectada, atirantar el árbol por su copa, abatirlo mediante corte en cuña en la base con motosierra y, finalmente, trocearlo para su evacuación.

Para la labor de atirantado, se elevará a un trabajador mediante grúa y cesta, el cual eslingará adecuadamente el árbol en su tercio superior. Si sopla viento que mueva el árbol en demasía, se suspenderán el eslingado y/o abatimiento del mismo, dado el inevitable riesgo de movimientos no previstos del árbol.

Si el *árbol es de alto valor ecológico*, su traslado habrá de ser integral, incluyendo también su bulbo de raíces. Para ello habrá que delimitarse la zona de peligro para, posteriormente, atirantarlo por su copa sea cual sea su altura. Tras esto, será necesario el socavamiento de la base de raíces hasta la profundidad que determine como necesaria un técnico competente en la materia. El conjunto de tronco y raíces será tumbado con cuidado en una zona cercana para su carga en camión de longitud adecuada. El izado se realizará disponiendo 2 puntos de tracción, de forma que los pesos estén equilibrados, evitando vuelcos y roturas imprevistas. Hay que tener en cuenta que un árbol no está "calculado" para estar horizontal y por lo tanto su rigidez puede no ser la adecuada en esta posición.

Excavaciones

• Excavación por medios mecánicos

Antes de comenzar la excavación, la dirección técnica aprobará el replanteo realizado, así como los accesos propuestos por el contratista. Éstos, que estarán indicados en el plan de seguridad y salud, permitirán ser cerrados, estando separados los destinados a los peatones de los correspondientes a vehículos de carga o máquinas. Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del desmante o vaciado no menos de 1 m.

En vaciados importantes, se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el desmante o vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica del proyecto y contemplados en el plan de seguridad y salud. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo, para su supervisión por parte de la dirección técnica y por el coordinador de seguridad y salud de la obra.

El orden y la forma de ejecución de las excavaciones, así como los medios a emplear en cada caso, se ajustarán a las prescripciones establecidas en este estudio, así como en la documentación técnica del resto del proyecto. El plan de seguridad y salud de la obra contemplará la previsión de sistemas y equipos de movimiento de tierras a utilizar, así como los medios auxiliares previstos y el esquema organizativo de los tajos a disponer.

El plan de seguridad y salud laboral de la obra contendrá, al menos, los puntos siguientes, referentes a las excavaciones:

- Orden y método de realización del trabajo: maquinaria y equipos a utilizar.
- Accesos a cada excavación: rampas de ancho mínimo 4,50 m con sobreancho en curva, pendiente máxima del 12% (8% en curvas) y tramos horizontales de incorporación a vías públicas de 6 m., al menos.
- Establecimiento de las zonas de estacionamiento, espera y maniobra de la maquinaria.
- Señalamiento de la persona a la que se asigna la dirección de las maniobras de excavación.
- Establecimiento de vallas móviles o banderolas a $d=2h$ del borde del vaciado.
- Disponibilidad de información sobre conducciones eléctricas y de agua y gas bajo el terreno.
- Detección y solución de cursos naturales de aguas superficiales o profundas.
- Existencia y, en su caso, soluciones de paso bajo líneas eléctricas aéreas.
- Existencia y situación de edificios próximos; profundidad y posible afección por la obra. Medidas a disponer: apeos, apuntalamientos de fachadas, testigos de movimientos de fisuras, etc.
- Previsión de apariciones de lentejones y restos de obras dentro de los límites de excavación.
- Previsión de acotaciones de zonas de acción de cada máquina en el vaciado.
- Colocación de topes de seguridad cuando sea necesario que una máquina se aproxime a los bordes de la excavación, tras la comprobación de la resistencia del terreno.
- Establecimiento, si se aprecia su conveniencia, de un rodapié alrededor del vaciado, para evitar que caigan objetos rodando a su interior.

- Previsión de eliminación de rocas, árboles o postes que puedan quedar descalzados o en situación de inestabilidad en la ladera que deba quedar por encima de zonas de desmonte.
- Previsión de riegos para evitar ambientes pulvígenos.

El plan de seguridad y salud laboral de la obra analizará detalladamente el *estudio de la estabilidad de los vaciados*, comprobando la validez de sus previsiones y de las de este estudio, a la vista de las definiciones y circunstancias concretas que realmente se den en la obra, teniendo en cuenta las siguientes normas y condiciones previstas a nivel de proyecto:

Los taludes de inclinación igual o inferior a la especificada en la siguiente tabla para los diferentes tipos de terreno, sin estar sometidos a cargas, no precisarán ser entibadas.

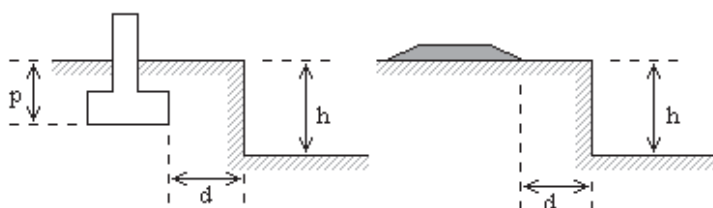
TALUDES EN TERRENOS:	Vírgenes o muy compactados		Removidos recientemente	
	Secos	Con infiltraciones	Secos	Con infiltraciones
Roca dura	80°	80°	---	---
Roca blanda o fisurada	55°	55°	---	---
Restos pedregosos y derrubios	45°	40°	45°	40°
Tierra fuerte, mezcla de arenas y arcilla mezclada con piedra y tierra vegetal	45°	30°	35°	30°
Tierra arcillosa, arcilla marga	40°	20°	35°	20°
Grava, arena gruesa no arcillosa	35°	30°	35°	30°
Arena fina no arcillosa	30°	20°	30°	20°

La entibación definida en el proyecto se considerará válida, salvo en casos de características variantes del terreno o cargas sobre el terreno diferentes de las previstas que, en caso de producirse, habrán de ser estudiadas y resueltas en el plan de seguridad y salud de la obra. Se considera necesario definir en este estudio de Seguridad y Salud la entibación a disponer en la excavación proyectada, con las siguientes características y tipos por alturas:

- Zanja o vaciado en terreno coherente, sin sollicitación, con $h < 2,00$ m : entibación ligera.
- Zanja o vaciado en terreno coherente, sin sollicitación, con $2 < h < 2,50$ m : entibación semicuajada.
- Zanja o vaciado en terreno coherente, sin sollicitación, con $h > 2,50$ m: entibación cuajada.
- Zanja o vaciado en terreno coherente, con carga de vial y $h < 2,00$ m : entibación semicuajada.
- Zanja o vaciado en terreno coherente, con carga de vial y $h > 2,00$ m : entibación cuajada.
- Pozo en terreno coherente, sin sollicitación y $h < 2,00$ m : entibación semicuajada.
- Pozo en terreno coherente, sin sollicitación y $h > 2,00$ m : entibación cuajada.
- Pozo en terreno coherente, con carga de vial y cualquier profundidad: entibación cuajada.
- Zanja, pozo o vaciado en terreno coherente, con carga edificios: entibación cuajada.
- Zanja, vaciado o pozo en terreno suelto, con cualquier altura y carga: entibación cuajada

Notas:

Excavaciones sin carga, de $h < 1,30$ m en terreno coherente no precisarán entibación. Se considerará corte sin sollicitación de cimentación o vial, cuando $h < (p+d/2)$ ó $h < d/2$, respectivamente.



Siempre que, al excavar, se encuentre *alguna anomalía no prevista*, como variación de la dirección y/o características de los estratos, cursos de aguas subterráneas, restos de construcciones, valores arqueológicos u otros, se parará la obra, al menos en ese tajo, y se comunicará a la dirección técnica y al coordinador de seguridad y salud.

En relación con los *servicios e instalaciones* que puedan ser *afectados por el desmonte o vaciado*, se recabará de sus compañías propietarias o gestoras la definición de las posiciones y soluciones más adecuadas, así como la distancia de seguridad a adoptar en relación con los tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica, sin perjuicio de las previsiones adoptadas en este estudio y en el correspondiente plan de seguridad y salud de la obra, que deberá ser actualizado, en su caso, de acuerdo con las decisiones adoptadas en el curso de la excavación.

Se evitará la entrada de aguas superficiales al desmonte o vaciado y se adoptarán las soluciones previstas en el proyecto o en este estudio para el saneamiento de las aguas profundas. En el supuesto de surgir la aparición de aguas profundas no previstas, se recabará la definición técnica complementaria, a la dirección técnica y al coordinador de seguridad y salud.

Los *lentejones de roca* que puedan aparecer durante el desmonte o vaciado y que puedan traspasar los límites del mismo, no se quitarán ni descalzarán sin la previa autorización de la dirección técnica y comunicación al coordinador de seguridad y salud de la obra.

De acuerdo con las características establecidas en el plan de seguridad y salud de la obra, la excavación en zona urbana estará rodeada de una valla, verja o muro de altura no menor de 2 m. Las vallas se situarán a una distancia del borde del desmonte o vaciado no inferior a 1,50 m; cuando éstas dificulten el paso, se dispondrán a lo largo del cerramiento luces rojas, distanciadas no más de 10 m y en las esquinas. Cuando entre el cerramiento y el borde del desmonte o vaciado exista separación suficiente, se acotará con vallas móviles o banderolas hasta una distancia no menor de dos veces la altura del desmonte o vaciado en ese borde, salvo que por haber realizado previamente estructura de contención, no sea necesario.

En tanto dure la excavación, cualquiera que sea su ubicación, se dispondrá en la obra de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, picos, tablones, bridas, cables con terminales como gazas o ganchos y lonas o plásticos, así como cascos, equipo impermeable, botas de suela protegida u otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse, al objeto de proporcionar en cada caso el equipo indispensable a los trabajadores, en supuestos de necesidad. Las previsiones de equipos de protección y medios de seguridad y evacuación serán siempre contempladas en el plan de seguridad y salud.

La maquinaria a utilizar mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica o, en caso de ser preciso, se establecerán las protecciones, topes o dispositivos adecuados, de acuerdo con las previsiones efectuadas en el plan de seguridad y salud, respetando los mínimos establecidos en este estudio.

En caso de disponerse de **instalaciones temporales de energía eléctrica**, a la llegada de los conductores de acometida se dispondrá un interruptor diferencial según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y se consultará la NTE IEP: Instalaciones de Electricidad. Puesta a Tierra, siempre de acuerdo con lo previsto en el plan de seguridad y salud de la obra. De acuerdo con las previsiones del plan de seguridad y salud o, en su caso, de las actualizaciones precisas del mismo, se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parado inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica, cuya instalación es obligada y será comprobada al inicio de la obra. Cuando el movimiento sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, éste estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga durante o después del desmonte o vaciado se acerque al borde del mismo, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose

previamente la resistencia del terreno al peso del vehículo, todo ello acorde con lo previsto en el plan de seguridad y salud. Cuando la máquina esté situada por encima de la zona a excavar o en bordes de desmontes o vaciados, siempre que el terreno lo permita, será de tipo retroexcavadora o se hará el refino a mano.

Antes de iniciar el trabajo, se verificarán diariamente los controles y niveles de vehículos y máquinas a utilizar y, antes de abandonarlos, que el bloqueo de seguridad ha sido puesto.

Quedará terminantemente prohibida en la obra la excavación del terreno a tumbo, socavando el pie de un macizo para producir su vuelco. No se permitirán acumulaciones de tierras de excavación, ni de otros materiales, junto al borde del vaciado, debiendo estar separadas de éste una distancia no menor de dos veces la profundidad del desmonte o vaciado en ese borde, salvo autorización, en cada caso, de la dirección técnica y del coordinador de seguridad y salud.

Se evitará la formación de polvo mediante el riego de los tajos y, en todo caso, los trabajadores estarán protegidos contra ambientes pulvígenos y emanaciones de gases, mediante las protecciones previstas en el plan de seguridad y salud.

El refino y saneo de las paredes del desmonte o vaciado se realizará para cada profundidad parcial no superior a 3 m, adoptándose las protecciones que vengan previstas en el plan de seguridad y salud.

En zonas y pasos con riesgo de caída a altura mayor de 2 m, el trabajador afectado estará protegido con arnés de seguridad anclado a puntos fijos o se dispondrán andamios o barandillas provisionales, de acuerdo con lo que establezca el plan de seguridad y salud.

Cuando sea imprescindible la circulación de operarios por el borde de coronación de un talud o corte vertical, las barandillas estarán ancladas hacia el exterior del desmonte o vaciado y los trabajadores circularán siempre sobre entablado de madera o superficies equivalentes de reparto. Todas estas medidas y su dimensionado serán establecidos en el plan de seguridad y salud aprobado para la obra.

El conjunto del desmonte o vaciado estará suficientemente iluminado mientras se realicen los trabajos en condiciones de escasa visibilidad natural.

No se trabajará nunca de manera simultánea en la parte inferior o bajo la vertical de otro trabajo en curso.

Diariamente, y antes de comenzar los trabajos, se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas adecuadamente, si fuese necesario. Se comprobará sistemáticamente, asimismo, que no se observan asientos apreciables en las construcciones próximas, ni presentan grietas en las mismas. Se extremarán las medidas anteriores después de interrupciones de trabajo de más de un día y siempre después de alteraciones climáticas, como lluvias o heladas.

Siempre que, por circunstancias imprevistas, se presente un problema de urgencia, el jefe de obra tomará provisionalmente las medidas oportunas a juicio del mismo y se lo comunicará, lo antes posible, a la dirección técnica y al coordinador de seguridad y salud de la obra.

Al finalizar la jornada no deben nunca quedar paños excavados sin entibar, que figuren con esta circunstancia en el proyecto o en el plan de seguridad y salud, y se suprimirán siempre los bloques sueltos que puedan desprenderse.

- Colocación de topes de seguridad cuando sea necesario que una máquina se aproxime a los bordes de los taludes, tras la comprobación de la consolidación del terreno.
- Previsión de riegos para evitar ambientes pulvígenos en demasía.

Los itinerarios de evacuación de trabajadores en caso de emergencia, deberán estar expeditos en todo momento, de acuerdo con las previsiones contenidas en el plan de seguridad y salud. En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y del fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como las vallas y cerramientos. En el fondo del desmonte o vaciado se mantendrán los desagües necesarios para impedir acumulaciones de agua que puedan perjudicar a los terrenos, locales o cimentaciones de fincas colindantes. Se cumplirán, además, todas las medidas previstas en el plan de seguridad y salud y cuantas disposiciones se adopten por la dirección técnica y por el coordinador de seguridad y salud en su aplicación y actualización, en su caso.

- **Terraplenes y rellenos de los carreteras de acceso al puente**

El orden y la forma de ejecución de las explanaciones, así como los medios a emplear en cada caso, se ajustarán a las prescripciones establecidas en este estudio, así como en la documentación técnica del resto del proyecto. El plan de seguridad y salud de la obra contemplará la previsión de sistemas y equipos de movimiento de tierra a utilizar, así como los medios auxiliares previstos y el esquema organizativo de los tajos a disponer. De forma más concreta, el plan de seguridad y salud laboral de la obra contendrá, al menos, los puntos siguientes:

- Orden y método de realización del trabajo: maquinaria y equipos a utilizar.
- Accesos a la explanación: rampas de ancho mínimo 4,50 m con sobreancho en curva, pendiente máxima del 12% (8% en curvas) y tramos horizontales de incorporación de 6 m.
- Establecimiento de las zonas de estacionamiento, espera y maniobra de la maquinaria.
- Señalamiento de la persona a la que se asigna la dirección de las maniobras de explanación.
- Definición de los límites del suelo consolidado, delimitando acceso de máquinas a taludes.
- Protección específica para los ensayos y tomas de muestra de control de calidad de tierras.
- Previsión de vertidos de tierras desde camiones, permitiendo las maniobras previstas.
- Existencia y, en su caso, soluciones de paso bajo líneas eléctricas aéreas.
- Existencia y situación de edificios próximos; posibilidad de daño por vibraciones de obra.
- Previsión de irrupciones del tráfico exterior en la obra, impedimentos y señalización.
- Previsión de acotaciones de zonas de acción de cada máquina en la explanación.

- Colocación de topes de seguridad cuando sea necesario que una máquina se aproxime a los bordes de los taludes, tras la comprobación de la consolidación del terreno.
- Previsión de riegos para evitar ambientes pulvígenos en demasía.

Se solicitará de las correspondientes compañías propietarias o gestoras, la posición y solución adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la explanación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica, según las previsiones del plan de seguridad y salud y sus correspondientes actualizaciones, con los mínimos señalados en este estudio.

En bordes junto a construcciones o viales se tendrá en cuenta lo previsto en la “NTE-ADV: Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Vaciados” y las previsiones efectuadas en el plan de seguridad y salud.

Para los cursos naturales de aguas superficiales o profundas cuya solución no figure en el proyecto, se adoptarán las decisiones adecuadas por parte de la dirección técnica y del coordinador de seguridad y salud, que las documentará y entregará al Contratista.

Se impedirá la acumulación de aguas superficiales, especialmente junto a los bordes ataluzados de la explanación.

El *relleno en trasdós de muros* se realizará cuando éstos tengan la resistencia necesaria y no antes de 21 días de su construcción, si son de hormigón.

Después de lluvias no se extenderá una nueva tongada de rellenos o terraplenes hasta que la última se haya secado o se escarificará dicha última capa, añadiendo la siguiente tongada más seca de lo normal, de forma que la humedad final sea la adecuada. En caso de tener que humedecer una tongada, se hará de forma uniforme sin producir encharcamientos.

Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura ambiente a la sombra descienda por debajo de 2° C.

Se procurará evitar el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas compactadas y, en todo caso, se evitará que las rodadas se concentren en los mismos puntos de la superficie, dejando huella en ella. En general, los recrecidos y rellenos que se realicen para nivelar se tratarán como coronación de terraplén y la densidad a alcanzar no será menor que la del terreno circundante. Los tocones y raíces mayores de 10 cm. se eliminarán hasta una profundidad no inferior a 50 cm.

Los trabajos de protección contra la erosión de taludes permanentes, como cubierta vegetal o cunetas, se realizarán lo antes posible. La transición entre taludes en desmontes y terraplenes se realizará suavizando la intersección. En general, el drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutará antes, o simultáneamente, a dicho relleno.

Cuando se empleen instalaciones temporales de energía, a la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá un interruptor diferencial según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y se consultará la NTE IEP: Instalaciones de Electricidad. Puesta en Tierra, cuyas estipulaciones estarán reflejadas en el plan de seguridad y salud de la obra.

La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica y se contemplarán los topes, resguardos y medidas preventivas que vengan establecidas en el plan de seguridad y salud de la obra.

Los camiones y otros vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán en sus rampas, antes de acceder al tráfico exterior, con un tramo horizontal de terreno consistente de longitud no menor de vez y media la separación entre ejes, ni menor de 6 m. El ancho mínimo de las rampas provisionales para el movimiento de vehículos y máquinas en la obra será de 4,5 m, ensanchándose adecuadamente en las curvas, y sus pendientes no serán mayores de 12 y 8%, respectivamente, según se trate de tamos rectos o curvos. En cualquier caso, se observarán las previsiones establecidas en el plan de seguridad y salud, en que se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos a utilizar efectivamente en la obra.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parado inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica, a cuyos efectos se comprobará la existencia de bocinas en todas las máquinas, a su llegada a la obra. Cuando el movimiento sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro trabajador en el exterior del vehículo. Se extremarán estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo o se entrecrucen itinerarios.

Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga o máquina se acerque a un borde ataluzado, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo, de acuerdo con las previsiones del plan de seguridad y salud.

Cuando, en el curso de la obra, se suprima o sustituya una señal de tráfico, se comprobará que el resto de la señalización está acorde con la modificación realizada o se repondrá, en su caso el estado adecuado.

Antes de iniciar el trabajo de movimiento de tierras, diariamente, se verificarán los controles y niveles de vehículos y máquinas y, antes de abandonarlos, que está puesto el bloqueo de seguridad.

Se evitará la formación de polvo mediante riego y, en todo caso, los trabajadores dispondrán de las adecuadas protecciones para su utilización en ambiente pulvígenos, según las previsiones del plan de seguridad y salud.

La limpieza y saneo de los taludes se realizará para cada profundidad parcial no mayor de 3 m. Nunca se trabajará simultáneamente en la parte inferior de otro tajo en curso.

Los itinerarios de evacuación de operarios en caso de emergencia, previstos en el plan de seguridad y salud, deberán estar expeditos en todo momento de la obra.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones y medidas contempladas en este estudio y en el correspondiente plan de seguridad y salud de la obra, atendiendo a la normativa de aplicación.

4.5.1.2. Estructuras y obras de fábrica

Medidas generales

Cuando se inician los trabajos de estructuras o de obras de fábrica, la obra comienza una fase de pleno rendimiento y, por tanto, ya se habrán resuelto el acceso a los distintos tajos, los servicios

afectados estarán desmantelados, los riesgos a terceros estarán protegidos, todas las protecciones personales y colectivas estarán en obra y habrán sido revisadas y las instalaciones de higiene contarán con suficiente capacidad para acometer esta nueva fase.

En esta etapa de obra es importante que exista una brigada de seguridad, que diariamente, al inicio de los trabajos, revise todas las protecciones colectivas, reponiendo o reparando las que se encuentren deterioradas. Es importante que, cuando se haga entrega de los equipos de protección personal a los trabajadores, se les entreguen también unas normas de actuación durante su estancia en la obra, en el sentido de la obligatoriedad de uso de las protecciones personales, que respeten las protecciones colectivas, etc.

- **Protecciones personales**

En general siempre se debe intentar utilizar, antes que equipos de protección personal, algún tipo de protección colectiva capaz de evitar la incidencia de los riesgos, ya que éstos no han podido evitarse. No obstante en muchos casos resultará imprescindible el uso de estas protecciones personales.

Incluso el personal de supervisión debe utilizar, cuando se encuentre en los distintos tajos de estructuras, ropa y calzado adecuados y, por supuesto, el casco de seguridad. Pero además, en algunos casos concretos, deberá utilizar chaleco reflectante. El *equipo básico* de los trabajadores estará formado por casco de seguridad, mono y botas. Además deberá ser complementado en función de los trabajos a realizar por guantes, gafas, mascarillas, protectores auditivos, arneses de seguridad y otros.

El plan de seguridad y salud concretará todas las protecciones individuales para cada uno de los tajos de estructuras y obras de fábrica en función de sus características concretas.

- **Protecciones colectivas**

Las *protecciones colectivas* más significativas que habrán de disponerse son:

- Cuadros eléctricos con protección diferencial.
- Redes.
- Señalización de obra.
- Iluminación.
- Señalización de gálibo.
- Plataformas de trabajo adecuadas.
- Barandillas, rodapiés y otros elementos de protección de caídas

El plan de seguridad y salud establecerá todas las protecciones colectivas para cada uno de los tajos de estructuras, en función de sus características concretas y de los riesgos identificados en cada caso.

- **Maquinaria de elevación**

Para evitar desplazamientos imprevistos de las cargas es imprescindible que las grúas se encuentren bien calzadas y asentadas. Deben realizarse todas las revisiones previstas en el libro de mantenimiento y en las fechas programadas. No se realizarán en obra reparaciones de las plumas o de las estructuras de celosía de las grúas.

Las maniobras de izado deben comenzar lentamente para tensar los cables antes de la elevación. Nunca se manejarán cargas superiores a las capacidades de carga de las grúas. El cable se mantendrá siempre en posición vertical estando prohibido dar tiros sesgados.

Se darán instrucciones a los trabajadores para que no permanezcan debajo de cargas suspendidas y a los maquinistas para que no pasen cargas por encima de los operarios. El señalista será el único operario que dé instrucciones al maquinista. Sólo se levantarán cargas entre dos grúas cuando sea imprescindible y siempre las operaciones se dirigirán por medio de un operario de probada capacidad.

Puentes y viaductos

La casuística de las estructuras es muy grande, pero éstas se componen de las siguientes partes básicas: *cimentación, pilas y dinteles, tableros, acabados y estribos*, incluyéndose éstos últimos, a efectos de sus previsiones de seguridad, en el apartado “Muros”.

- **Cimentaciones superficiales**

En las cimentaciones superficiales, independientemente de los riesgos derivados del vaciado, deberá preverse en primer lugar un acceso adecuado al fondo de la excavación mediante escaleras de mano. Éstas deberán tener zapatas antideslizantes y estarán ancladas al terreno por medio de una estaca de madera embutida en el terreno y alambre. Los principales riesgos durante esta fase son las caídas a distinto nivel y los derivados de la manipulación de la ferralla y la puesta en obra del hormigón.

En principio, la excavación de la cimentación debe permanecer sin hormigonar el menor tiempo posible, siendo preferible que el proceso de excavación, ferrallado y hormigonado sea continuo o que se realice en el mismo día. Si se excava y se hormigona en el día, si no existe un gran tránsito de obra en las proximidades de la cimentación o si la altura de caída es menor de dos metros, en principio, será suficiente señalar la excavación con cinta de plástico bicolor sustentada por redondos verticales embutidos en el terreno. En el caso de que la excavación deba permanecer más de un día abierta o la altura de caída sea mayor de dos metros, deberá protegerse con una barandilla resistente de 90 cm. de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié. Dicha barandilla puede construirse por redondos verticales embutidos en el terreno y redondos horizontales. También podría realizarse con tabloncillos de madera. En este último caso no deberán situarse demasiado próximos al borde de la excavación para evitar derrumbamientos.

Los riesgos derivados de la manipulación de la ferralla y el hormigón se protegen utilizando los equipos de protección personal adecuados, es decir, casco, mono, botas y guantes. Los camiones de transporte del hormigón deben situarse perpendiculares a la excavación, con objeto de que transmitan las menores cargas dinámicas posibles al corte del terreno.

Se comprobará que el tráfico, en especial el pesado, no sobrecarga la cabeza de la excavación; en caso de sobrecarga excesiva será necesario realizar un estrechamiento de los carriles correspondientes.

Todos los trabajadores utilizarán mono y casco, así como, para facilitar su detección a los usuarios de la carretera en servicio, chaleco reflectante, especialmente los señalistas.

- **Tableros**

Durante esta fase de la construcción de la estructura, la filosofía preventiva se concreta en la adopción de medidas contra la caída de trabajadores desde alturas considerables y contra la caída de objetos desde el tablero sobre personas o tráfico inferior. En este sentido, para cualquier tipo de tablero, si los trabajos se realizan con tráfico abierto bajo el mismo, es necesaria la colocación de una red horizontal debajo de la estructura para evitar la caída de objetos, por lo que debe haberse previsto con anterioridad los puntos de anclaje.

La altura de gálibo debe señalizarse con suficiente antelación. Puede ser necesario tener que disminuir la velocidad de aproximación de los vehículos, para lo que se utilizarán estrechamientos de carriles, *chicanes*, bandas sonoras, etc. Estos procedimientos para conseguir disminuir la velocidad de aproximación serán coherentes con toda la señalización, tanto con la existente antes de la obra como con la de la provisional de obra.

- **Tableros contruidos in situ**

Las cimbras deberán estar respaldadas por los cálculos justificativos adecuados, en los que deben contemplarse todas las fases de montaje de las mismas. Todas las operaciones de cimbrado y descimbrado se realizarán con arnés de seguridad, que se irá sujetando a la propia cimbra, pero sólo en zonas probadamente estables.

Es imprescindible que todos los trabajos de ferrallado y hormigonado se realicen protegidos por una barandilla perimetral, que se colocará bien en la propia cimbra, bien adosada a la tabica del encofrado. La altura de dicha barandilla debe ser de 90 cm sobre el tablero hormigonado. Esta barandilla deberá ir ya montada durante el izado de las propias plataformas de trabajo, pues, de no ser así, el primer trabajador que suba se verá obligado a trabajar sin ella.

En caso de tratarse de tableros postesados, será necesario prever el espacio necesario para trabajar con los gatos en posición, dado que éstos ocupan mucho espacio en la plataforma de trabajo y pueden llegar a comprometer los desplazamientos de los trabajadores por las plataformas de trabajo.

Todas las esperas y puntas verticales de la ferralla se protegerán mediante tapones de plástico de color vivo, en evitación de heridas y enganchones.

Muros

- **Muros hormigonados “in situ”**

El *movimiento de tierras* necesario se realizará dejando siempre un talud estable y se dejará espacio suficiente para trabajar. No se sobrecargará la cabeza de la excavación con ningún tipo de acopios.

El *ferrallado* se realizará siempre desde andamios tubulares completos (con placas de apoyo o husillos de nivelación en la base, con todas las crucetas, con plataformas de trabajo de ancho mínimo 60 cm., etc...) y, para alturas superiores a 2,00 m., se colocarán barandillas completas. Estos andamios tendrán la anchura estructural suficiente, de manera que cumplan que la relación entre su altura y el lado menor de la base sea menor que 5. En caso contrario será necesario suplementar su base con ayuda de tubo y grapa.

Los trabajadores que manejen los paneles de encofrado deberán utilizar botas de seguridad con puntera reforzada y no deberá permitírseles trepar por los encofrados, sino que utilizarán los medios auxiliares adecuados, como escaleras de mano.

El *hormigonado* de los muros se realizará desde plataformas de trabajo de 60 cm. de ancho mínimo, protegidas por barandillas de al menos 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié. El acceso a dichas plataformas se realizará desde escaleras de mano o de tiros y mesetas en función de su altura. La instalación eléctrica necesaria para el vibrado del hormigón de los muros contará con puesta a tierra y protección diferencial.

4.5.2. Estructuras y obras de fábrica

- **Replanteo**

Los trabajos de replanteo engloban aquéllos que se realizan desde el inicio de las obras hasta su finalización, por los equipos de topografía, definiendo por medio de los replanteos todos los datos geométricos y medidas referenciadas en el terreno para poder realizar las actividades de los elementos constructivos que componen la obra. Estos trabajos han sido múltiples veces excluidos de los estudios y planes de seguridad y salud de las obras, lo que resulta improcedente, dado que son fuente de numerosos accidentes de gravedad variable.

Los equipos de replanteo han de observar una serie de normas generales como son:

- El atuendo de los operarios será el adecuado a la climatología del lugar, teniendo en cuenta la obligada exposición a los elementos atmosféricos.
- Deben evitarse subidas o posiciones por zonas muy pendientes, si no se está debidamente amarrado a una cuerda, con arnés de sujeción anclado a un punto fijo en la parte superior de la zona de trabajo.
- Para la realización de comprobaciones o tomas y materialización de datos en zonas de encofrado o en alturas de estructuras y obras de fábrica, se accederá siempre por escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como estructuras tubulares y escaleras fijas.

- Será imprescindible el uso de chalecos reflectantes en zonas con tráfico, sea éste de obra o público.
- Se tendrán especialmente en cuenta los trabajos simultáneos, tanto en fase de desmonte, ejecución de estructuras, desvíos, explanaciones, etc., para evitar posibles atropellos, caídas de objetos etc.
- Para el acceso a coronaciones de desmontes, será necesario el anclado del peón a terreno firme mediante arnés fijado a una pica en terreno estable, específicamente habilitada al efecto, u otros medios equivalentes que soporten el peso de un hombre.
- Se evitará el uso de los punteros en zonas de tráfico, sea éste de obra o público.
- Se tendrán especialmente en cuenta los trabajos simultáneos, tanto en fase de desmonte, ejecución de estructuras, desvíos, explanaciones, etc., para evitar posibles atropellos, caídas de objetos etc.
- Para el acceso a coronaciones de desmontes, será necesario el anclado del peón a terreno firme mediante arnés fijado a una pica en terreno estable, específicamente habilitada al efecto, u otros medios equivalentes que soporten el peso de un hombre.
- Se evitará el uso de los punteros en zonas de tráfico, sea éste de obra o público.

En tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando una distancia de seguridad que se fijará en función de los riesgos previsibles. En casos de necesidad, la posición de los topógrafos y ayudantes se señalará adecuadamente, de manera que sean visibles a los operadores de máquinas y camiones.

Se comprobará, antes de realizar los replanteos, la existencia de cables eléctricos, para evitar contactos directos con los mismos. En cualquier caso, en las zonas donde existan líneas eléctricas las miras utilizadas serán dieléctricas.

Los replanteos en zonas de tráfico se realizarán con chalecos reflectantes, y con el apoyo de señalistas, así como con señalización de obras, si corresponde.

El equipo se desplazará a los tajos en un vehículo todo terreno o furgoneta, dependiendo de las condiciones del terreno. Este vehículo deberá ir equipado con un botiquín, será revisado con periodicidad y conducido normalmente por un mismo operario, que vendrá obligado a circular de forma ordenada por los viales de obra. Cuando sea necesario alejarse del vehículo de obra, éste habrá de ser aparcado en un lugar visible para el resto de personas de la obra. Se colocarán adecuadamente los equipos de topografía en los vehículos de transporte, evitando que puedan moverse y sean causa de lesiones a los propios ocupantes del vehículo.

• **Replanteos de grandes movimientos de tierra**

Los grandes movimientos de tierras han de realizarse observando las siguientes normas mínimas de seguridad:

- Será imprescindible el uso de chalecos reflectantes en zonas con tráfico, sea éste de obra o público.
- Se tendrán especialmente en cuenta los trabajos simultáneos, tanto en fase de desmonte, ejecución de estructuras, desvíos, explanaciones, etc., para evitar posibles atropellos, caídas de objetos etc.
- Para el acceso a coronaciones de desmontes, será necesario el anclado del peón a terreno firme mediante arnés fijado a una pica en terreno estable, específicamente habilitada al efecto, u otros medios equivalentes que soporten el peso de un hombre.

- **Replanteos en obras de fábrica o trabajos localizados.**

Este tipo de trabajos reúne una serie de características diferenciales respecto a los replanteos de grandes movimientos de tierras. Ello es debido al carácter localizado del replanteo, hecho que a su vez conlleva la aparición de importantes desniveles u obras a medio terminar, lo cual induce unos riesgos especiales. De esta forma, el plan de seguridad y salud de la obra hará especial hincapié en señalar los replanteos que revistan especial dificultad, previendo los medios y consejos adecuados para garantizar las adecuadas condiciones de seguridad.

De forma general, se establecerán las siguientes normas mínimas de seguridad para estos trabajos:

- En todos los trabajos que se realicen en altura, así como en comprobaciones o replanteos de estructuras y obras de fábrica, tendrá que accederse por las escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como andamios tubulares con descansillos y barandas.
- No se procederá a realizar las labores de replanteo sin haber instalado las protecciones colectivas correspondientes para salvar huecos y desniveles.
- Se comprobará, antes de realizar los replanteos, la existencia de cables eléctricos afectados o líneas eléctricas aéreas, al objeto de evitar contactos eléctricos directos o indirectos.
- Será obligatorio el uso del casco de seguridad en caso de que exista riesgo de caída de objetos.
- **Señalización, balizamiento y defensa de la vía de nueva construcción**

Estos trabajos no se hacen con tráfico abierto, por lo que no aportan el importantísimo riesgo de atropellos y colisiones. Sin embargo, han de seguirse diversas normas en el acopio y almacenaje de los elementos a disponer, así como en la interferencia con el tráfico de obra, el cual puede ser bastante rápido y peligroso.

El acopio de los elementos debe hacerse de forma racional, minimizando los desplazamientos y evitando provocar obstáculos a la circulación.

Para el premarcaje y pintado de las marcas viales será necesario observar las siguientes normas mínimas, las cuales serán concretadas y complementadas en el plan de seguridad y salud:

- Para realizar el premarcaje y pintado de la carretera se utilizarán monos de color blanco o amarillo con elementos reflectantes. Se utilizarán mascarillas para afecciones por los vapores de la pintura.
- La pintura debe estar siempre envasada. Para su consumo se trasvasará al depósito de la máquina, utilizando siempre protección respiratoria. Sólo se tendrán en el camión las latas para el consumo del día.
- Se prohibirá fumar o encender cerillas y mecheros durante la manipulación de las pinturas y el extendido de las mismas.

- **Pequeñas obras de drenaje**

Las tierras extraídas se acopiarán a una distancia del borde de la zanja igual a la profundidad de la misma. Asimismo, antes de permitir el acceso al fondo de éstas, se saneará el talud y borde de las zanjas, que se mantendrán en todo momento debidamente protegidas con barandillas rígidas, de forma que se impida el acercamiento inadecuado de personas y vehículos. También se señalizarán con cordón de balizamiento en el resto de su longitud.

El acceso al fondo de la excavación se realizará por medio de escaleras de mano dotadas de elementos antideslizantes, amarradas superiormente y de longitud adecuada (sobrepasarán en 1 m. el borde de la zanja).

Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas y, si las características del terreno o la profundidad de la zanja lo exigieran, se procederá a su entibación, para prevenir desprendimientos del terreno.

Para pasos de personal sobre zanjas abiertas se instalarán pasarelas de ancho mínimo de 0,60 m, protegidas con barandillas rígidas superior e intermedia y rodapié.

El acopio de tuberías se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto. El transporte de tuberías se realizará empleando útiles adecuados que impidan el deslizamiento y caída de los elementos transportados. Estos útiles se revisarán periódicamente, con el fin de garantizar su perfecto estado de empleo.

Quedará prohibida la ubicación de personal bajo cargas y toda maniobra de transporte se realizará bajo la vigilancia y dirección de personal especializado y conocedor de los riesgos que estas operaciones conllevan.

Una vez instalados los tubos, se repondrán las protecciones y/o señalización en los bordes de la zanja hasta su tapado definitivo.

El plan de seguridad y salud de la obra fijará las dotaciones y obligaciones de empleo de las siguientes **protecciones personales**, que serán, como mínimo, las siguientes:

- Casco de seguridad no metálico.
- Guantes de protección frente a agresivos químicos (para los trabajos de manipulación del hormigón o de acelerantes de fraguado).
- Arnés de seguridad (para trabajadores ocupados al borde de zanjas profundas).
- Botas de seguridad contra riesgos mecánicos (para todo tipo de trabajos en ambiente seco).
- Ropa impermeable al agua (en tiempo lluvioso).
- Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos (para todo tipo de trabajo en la manipulación de materiales).
- Mono de trabajo.

Así como las siguientes **protecciones colectivas** mínimas:

- Barandillas en bordes de zanjas y/o pozos.
- Escaleras metálicas con calzos antideslizantes.
- Calzos para acopios de tubos.
- Pasarelas para el paso de trabajadores sobre zanjas, con atención especial a su diseño y construcción cuando deba pasar público.
- Balizamiento de zanjas y tajos abiertos.
- Separación de acopios de tierras extraídas a distancias de seguridad.
- Entibaciones adecuadas, cuando así se requiera.
- Señalización normalizada.

De manera específica, en el montaje de tuberías, además de las normas comunes, anteriormente consideradas, se tendrán presentes, en su caso, los riesgos propios de los trabajos de soldadura, en los que será necesario el empleo de guantes dieléctricos, herramientas aislantes de la electricidad y comprobadores de tensión. En los trabajos de soldadura eléctrica y oxicorte se seguirán fielmente las normas dictadas para los mismos.

La ubicación de tuberías en el fondo de la zanja se realizará con ayuda de cuerdas guía u otros útiles preparados al efecto, no empleando jamás las manos o los pies para el ajuste fino de estos elementos en su posición. Antes de hacer las pruebas, ha de revisarse la instalación, cuidando que no queden accesibles a terceros, válvulas y llaves que, manipuladas de forma inoportuna, puedan dar lugar a la formación de atmósferas explosivas o a escapes peligrosos.

En canalizaciones de gas, además de las prescripciones comunes o específicas, antes consideradas, es preciso añadir las correspondientes a los riesgos de explosiones y, siempre que sea posible, se enterrarán las mangueras eléctricas, cubriéndose en zonas de paso con tabloncillos u otra protección resistente. El personal que participe en el montaje y prueba de las instalaciones de la red de gas deberá ser experto y conocer los riesgos que estos trabajos representan. Todo el personal que participe en las pruebas de presión y estanqueidad de la instalación de gas deberá ser profesional y estar autorizado por el jefe de obra para su participación en los mismos.

Durante la realización de arquetas de registro se seguirán las normas de buena ejecución de trabajos de albañilería, empleando para ello, si se hicieran necesarios, andamios y plataformas correctamente contruidos. Toda arqueta estará dotada de una tapa definitiva o provisional en el momento de su construcción o, cuando menos, se rodeará la zona de riesgo de caída con cordón de balizamiento. Siempre que una arqueta sea destapada por necesidades de trabajo, será protegida con barandilla o señalizada con cordón de balizamiento y restituida la tapa, una vez que el trabajo finalice.

4.5.3. Medidas preventivas relativas a la maquinaria y equipos de trabajo.

Medidas generales para maquinaria pesada

Al comienzo de los trabajos, el jefe de obra comprobará que se cumplen las siguientes condiciones preventivas, así como las previstas en su propio plan de seguridad y salud, de las que mostrará, en su caso, comprobantes que el coordinador de seguridad y salud de la obra pueda requerir:

- **Recepción de la máquina**

A su llegada a la obra, cada máquina debe llevar en su carpeta de documentación las normas de seguridad para los operadores.

A su llegada a la obra, cada máquina irá dotada de un extintor timbrado y con las revisiones al día.

Cada maquinista deberá poseer la formación adecuada para que el manejo de la máquina se realice de forma segura y, en caso contrario, será sustituido o formado adecuadamente.

La maquinaria a emplear en la obra irá provista de cabinas antivuelco y antiimpacto.

Las cabinas no presentarán deformaciones como consecuencia de haber sufrido algún vuelco.

La maquinaria irá dotada de luces y bocina o sirena de retroceso, todas ellas en correcto estado de funcionamiento.

- **Utilización de la máquina**

Antes de iniciar cada turno de trabajo, se comprobará siempre que los mandos de la máquina funcionan correctamente.

Se prohibirá el acceso a la cabina de mando de la máquina cuando se utilicen vestimentas sin ceñir y joyas o adornos que puedan engancharse en los salientes y en los controles.

Se impondrá la buena costumbre hacer sonar el claxon antes de comenzar a mover la máquina.

El maquinista ajustará el asiento de manera que alcance todos los controles sin dificultad. Las subidas y bajadas de la máquina se realizarán por el lugar previsto para ello, empleando los peldaños y asideros dispuestos para tal fin y nunca empleando las llantas, cubiertas y guardabarros.

Sólo podrán acceder a la máquina personas autorizadas a ello por el jefe de obra.

Antes de iniciar la marcha, el maquinista se asegurará de que no existe nadie cerca, que pueda ser arrollado por la máquina en movimiento.

No se permitirá liberar los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.

Siempre que el operador abandone la máquina, aunque sea por breves instantes, deberá antes hacer descender el equipo o útil hasta el suelo y colocar el freno de aparcamiento. Si se prevé una ausencia superior a tres minutos deberá, además, parar el motor.

Con objeto de evitar vuelcos de la maquinaria por deformaciones del terreno mal consolidado, se prohibirá circular y estacionar a menos de tres metros del borde de barrancos, zanjas, taludes de terraplén y otros bordes de explanaciones.

Antes de realizar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará detenidamente la zona, en prevención de desprendimientos o aludes sobre las personas o cosas. Se circulará con las luces encendidas cuando, a causa del polvo, pueda verse disminuida la visibilidad del maquinista o de otras personas hacia la máquina.

Estará terminantemente prohibido transportar personas en la máquina, si no existe un asiento adecuado para ello.

No se utilizará nunca la máquina por encima de sus posibilidades mecánicas, es decir, no se forzará la máquina con cargas o circulando por pendientes excesivas.

Reparaciones y mantenimiento en obra

En los casos de fallos en la máquina, se subsanarán siempre las deficiencias de la misma antes de reanudar el trabajo.

Durante las operaciones de mantenimiento, la maquinaria permanecerá siempre con el motor parado, el útil de trabajo apoyado en el suelo, el freno de mano activado y la máquina bloqueada.

No se guardará combustible ni trapos grasientos sobre la máquina, para evitar riesgos de incendios.

No se levantará en caliente la tapa del radiador. Los vapores desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras al operario.

El cambio de aceite del motor y del sistema hidráulico se efectuará siempre con el motor frío, para evitar quemaduras.

El personal que manipule baterías deberá utilizar gafas protectoras y guantes impermeables. En las proximidades de baterías se prohibirá fumar, encender fuego o realizar alguna maniobra que pueda producir un chispazo eléctrico.

Las herramientas empleadas en el manejo de baterías deben ser aislantes, para evitar cortocircuitos.

Se evitará siempre colocar encima de la batería herramientas o elementos metálicos, que puedan provocar un cortocircuito.

Siempre que sea posible, se emplearán baterías blindadas, que lleven los bornes intermedios totalmente cubiertos.

Al realizar el repostaje de combustible, se evitará la proximidad de focos de ignición, que podrían producir la inflamación del gasoil.

La verificación del nivel de refrigerante en el radiador debe hacerse siempre con las debidas precauciones, teniendo cuidado de eliminar la presión interior antes de abrir totalmente el tapón.

Cuando deba manipularse el sistema eléctrico de la máquina, el operario deberá antes desconectar el motor y extraer la llave del contacto.

Cuando deban soldarse tuberías del sistema hidráulico, siempre será necesario vaciarlas y limpiarlas de aceite.

Maquinaria de movimiento de tierras

• Bulldozers y tractores

Además de las medidas generales de maquinaria, se establecerán, adecuadamente desarrolladas, en su caso, las siguientes medidas preventivas específicas, las cuales deberán ser concretadas a nivel más detallado por el plan de seguridad y salud que desarrolle el presente estudio:

- Como norma general, se evitará en lo posible superar los 3 Km/h de velocidad durante el movimiento de tierras.
- Como norma general, también, se prohibirá la utilización de los bulldozers en las zonas de la obra con pendientes que alcancen el 50%.
- En trabajos de desbroce al pie de taludes ya construidos, se inspeccionarán los materiales (árboles, rocas, etc.) inestables, que pudieran desprenderse accidentalmente sobre el tajo. Solo una vez saneado el talud se procederá al inicio de los trabajos con la máquina.

• Palas cargadoras

Además de las medidas generales de maquinaria, se establecerán las siguientes medidas preventivas específicas, las cuales deberán ser concretadas a nivel más detallado por el plan de seguridad y salud que desarrolle el presente estudio:

- Las palas cargadoras irán dotadas de un botiquín de primeros auxilios, adecuadamente resguardado y mantenido limpio interna y externamente.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina gases procedentes de la combustión. Esta precaución se extremará en los motores provistos de ventilador de aspiración para el radiador.
- Las palas cargadoras que deban transitar por la vía pública cumplirán con las disposiciones reglamentarias necesarias para estar autorizadas.
- Los conductores se cerciorarán siempre de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de trabajo de la máquina.
- Los conductores, antes de realizar nuevos recorridos, harán a pie el camino de trabajo, con el fin de observar las irregularidades que puedan dar origen a oscilaciones verticales u horizontales de la cuchara.
- El maquinista estará obligado a no arrancar el motor de la máquina sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la misma.
- Se prohibirá terminantemente transportar personas en el interior de la cuchara.
- Se prohibirá terminantemente izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.

- Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- La cuchara, durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible, para que la máquina pueda desplazarse con la máxima estabilidad.
- Los ascensos o descensos en carga de la cuchara se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohibirá el manejo de grandes cargas (cucharas a pleno llenado), cuando existan fuertes vientos en la zona de trabajo. El choque del viento puede hacer inestable la carga.
- Se prohibirá dormir bajo la sombra proyectada por la máquina en reposo.

- **Motoniveladoras**

Además de las medidas generales de maquinaria, se establecerán las siguientes medidas preventivas específicas, las cuales deberán ser concretadas con mayor nivel de detalle por el plan de seguridad y salud que desarrolle el presente estudio:

- El operador se asegurará en cada momento de la adecuada posición de la cuchilla, en función de las condiciones del terreno y fase de trabajo en ejecución.
- Se circulará siempre a velocidad moderada.
- El conductor hará uso del claxon cuando sea necesario apercibir de su presencia y siempre que vaya a iniciar el movimiento de marcha atrás.
- Al abandonar la máquina, el conductor se asegurará de que está frenada y de que no puede ser puesta en marcha por persona ajena.
- El operador utilizará casco siempre que esté fuera de la cabina.
- El operador habrá de cuidar adecuadamente la máquina, dando cuenta de fallos o averías que advierta e interrumpiendo el trabajo siempre que estos fallos afecten a frenos o dirección, hasta que la avería quede subsanada.
- Las operaciones de mantenimiento y reparaciones, se harán con la máquina parada y con la cuchilla apoyada en el suelo.
- Estará prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- Normas preventivas para el operador de motoniveladora
- Han de extremarse las precauciones ante taludes y zanjas.
- En los traslados, ha de circularse siempre con precaución y con la cuchilla elevada, sin que ésta sobrepase el ancho de su máquina.
- Siempre se vigilará especialmente la marcha atrás y siempre se accionará la bocina en esta maniobra.
- No se permitirá el acceso de personas, máquinas, y vehículos a la zona de trabajo de la máquina, sin previo aviso.
- Al parar, el conductor ha de posar el escarificador y la cuchilla en el suelo, situando ésta sin que sobrepase el ancho de la máquina.

- **Retroexcavadoras**

Además de las medidas generales de maquinaria, las cuales deberán ser concretadas con más detalle por el plan de seguridad y salud, se entregará por escrito a los maquinistas de las retroexcavadoras que vayan a emplearse en la obra, la normativa de acción preventiva y, específicamente, la que recoja las siguientes normas mínimas:

- Las retroexcavadoras a utilizar en esta obra estarán dotadas de luces y bocina de retroceso en correcto estado de funcionamiento.
- En el entorno de la máquina, se prohibirá la realización de trabajos o la permanencia de personas. Esta zona se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador. Conforme vaya avanzando la retroexcavadora, se marcarán con cal o yeso bandas de seguridad. Estas precauciones deberán extremarse en presencia de otras máquinas, en especial, con otras retroexcavadoras trabajando en paralelo. En estos casos será recomendable la presencia de un señalista.
- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y barrizales excesivos, que mermen la seguridad de la circulación de estas máquinas.
- El maquinista debe tomar toda clase de precauciones cuando trabaja con cuchara bivalva, que puede oscilar en todas las direcciones y golpear la cabina o a las personas circundantes que trabajan en las proximidades, durante los desplazamientos.
- El avance de la excavación de las zanjas se realizará según lo estipulado en los planos correspondientes del proyecto.
- Si se emplea cuchara bivalva, el maquinista antes de abandonar la máquina deberá dejar la cuchara cerrada y apoyada en el suelo.
- La retroexcavadora deberá llevar apoyada la cuchara sobre la máquina durante los desplazamientos, con el fin de evitar balanceos.
- Los ascensos o descensos de las cucharas en carga se realizarán siempre lentamente.
- Se prohibirá el transporte de personas sobre la retroexcavadora, en prevención de caídas, golpes y otros riesgos.
- Se prohibirá utilizar el brazo articulado o las cucharas para izar personas y acceder así a trabajos elevados y puntuales.
- Se prohibirá realizar maniobras de movimiento de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- Antes de abandonar la máquina deberá apoyarse la cuchara en el suelo.
- Quedará prohibido el manejo de grandes cargas (cuchara a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.
- Si, excepcionalmente, se utiliza la retroexcavadora como grúa, deberán tomarse las siguientes precauciones:
 - o La cuchara tendrá en su parte exterior trasera una argolla soldada expresamente para efectuar cuelgues.
 - o El cuelgue se efectuará mediante ganchos o mosquetón de seguridad incorporado al balancín.

- o Los tubos se suspenderán siempre de los extremos (dos puntos), en posición paralela al eje de la zanja, con la máquina puesta en la dirección de la misma y sobre su directriz. Puede emplearse una uña de montaje directo.
 - o La carga será guiada por cabos manejados por dos operarios.
 - o La maniobra será dirigida por un especialista.
- En caso de inseguridad de los paramentos de la zanja, se paralizarán inmediatamente los trabajos.
- El cambio de posición de la retroexcavadora se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha (salvo en distancias muy cortas).
- Se prohibirá realizar cualquier otro tipo de trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retroexcavadora.
- Se instalará una señal de peligro sobre un pie derecho, como límite de la zona de seguridad del alcance del brazo de la retroexcavadora. Esta señal se irá desplazando conforme avance la excavación.
- Se prohibirá verter los productos de la excavación con la retroexcavadora a menos de 2 m del borde de corte superior de una zanja o trinchera, para evitar los riesgos por sobrecarga del terreno.
- Si la retroexcavadora ha de realizar la excavación por debajo de su plano de sustentación, el cazo nunca deberá quedar por debajo del chasis. Para excavar la zona de debajo del chasis de la máquina, ésta deberá retroceder de forma que, cuando realice la excavación, el cazo nunca quede por debajo del chasis.
- En la fase de excavación, la máquina nunca deberá exponerse a peligros de derrumbamientos del frente de excavación.
- Con objeto de evitar lesiones durante las operaciones de mantenimiento, el maquinista deberá apoyar primero la cuchara en el suelo, parar el motor, poner en servicio el freno de mano y bloquear la máquina. A continuación, podrá ya realizar las operaciones de servicio que necesite.

- **Rodillos vibrantes**

Además de las medidas generales de maquinaria, se establecen las siguientes medidas preventivas específicas, las cuales deberán ser concretadas a nivel de detalle por el plan de seguridad y salud:

- El operario deberá haber sido informado de que conduce una máquina peligrosa y de que habrá de tomar precauciones específicas para evitar accidentes.
- Los maquinistas de los rodillos vibrantes serán operarios de probada destreza, en prevención de los riesgos por impericia.
- Deberá regarse la zona de acción del compactador, para reducir el polvo ambiental. Será necesario el uso de mascarilla antipolvo en casos de gran abundancia y persistencia de éste.

- Será obligatorio utilizar cascos o tapones antiruido para evitar posibles lesiones auditivas.
- Se dispondrá en obra de fajas elásticas, para su utilización durante el trabajo con pisonos o rodillos, al objeto de proteger riesgos de lumbalgias.
- La zona en fase de compactación quedará cerrada al paso mediante señalización, según detalle en planos correspondientes en el plan de seguridad y salud de la obra.

- **Pisones**

Al objeto de evitar accidentes, antes de poner en funcionamiento un pisón, el operario deberá asegurarse de que están montadas todas las tapas y carcasas protectoras.

El pisón deberá guiarse en avance frontal, evitando los desplazamientos laterales.

Se exigirá siempre la utilización de botas con puntera reforzada.

Será obligatorio utilizar cascos o tapones antiruido para evitar posibles lesiones auditivas.

- **Camiones y dúmperes**

El conductor de cada camión estará en posesión del preceptivo carnet de conducir y actuará con respeto a las normas del código de circulación y cumplirá en todo momento la señalización de la obra.

El acceso y circulación interna de camiones en la obra se efectuará tal y como se describa en los planos del plan de seguridad y salud de la misma.

Las operaciones de carga y de descarga de los camiones, se efectuarán en los lugares señalados en los planos para tal efecto.

Todos los camiones dedicados al transporte de materiales para esta obra, estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.

Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas, en prevención de accidentes por fallo mecánico.

El ascenso y descenso de las cajas de los camiones se efectuará mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal menester, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad.

Las maniobras de carga y descarga mediante plano inclinado, serán gobernadas desde la caja del camión por un mínimo de dos operarios mediante soga de descenso. En el entorno del final del plano no habrá nunca personas, en prevención de lesiones por descontrol durante el descenso.

El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona, en previsión de desplomes.

Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensando los pesos, de la manera más uniformemente repartida posible.

El gancho de la grúa auxiliar, si existe, estará siempre dotado de pestillo de seguridad

A las cuadrillas encargadas de la carga y descarga de los camiones, se les hará entrega de la siguiente normativa de seguridad:

El maquinista deberá utilizar guantes o manoplas de cuero para evitar lesiones en las manos. El maquinista deberá emplear botas de seguridad para evitar aplastamientos o golpes en los pies.

El acceso a los camiones se realizará siempre por la escalerilla destinada a tal fin.

El maquinista cumplirá en todo momento las instrucciones del jefe de equipo.

Quedará prohibido saltar al suelo desde la carga o desde la caja si no es para evitar un riesgo grave.

Los camiones dumper a emplear en la obra deberán ir dotados de los siguientes medios en correcto estado de funcionamiento:

- Faros de marcha hacia delante
- Faros de marcha de retroceso
- Intermitentes de aviso de giro
- Pilotos de posición delanteros y traseros
- Pilotos de balizamiento superior delantero de la caja
- Servofrenos
- Frenos de mano
- Bocina automática de marcha retroceso
- Cabinas antivuelco
- Pueden ser precisas, además: cabinas dotadas de aire acondicionado, lonas de cubrición de cargas y otras.

Diariamente, antes del comienzo de la jornada, se inspeccionará el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocinas, neumáticos, etc. en prevención de los riesgos por mal funcionamiento o avería.

El trabajador designado de seguridad será el responsable de controlar la ejecución de la inspección diaria, de los camiones dumper.

A los conductores de los camiones dumper se les hará entrega de la siguiente normativa preventiva:

- Suba y baje del camión por el peldañado del que está dotado para tal menester, no lo haga apoyándose sobre las llantas, ruedas o salientes. Durante estas operaciones, ayúdese de los asideros de forma frontal.
- No salte nunca directamente al suelo, si no es por peligro inminente para usted.
- No trate de realizar ajustes con los motores en marcha, puede quedar atrapado.
- Todas las operaciones de revisión o mantenimiento que deban realizarse con el basculante elevado se efectuarán asegurando que se impide su descenso mediante enclavamiento.

- No permita que las personas no autorizadas accedan al camión, y mucho menos que puedan llegar a conducirlo.
- No utilice el camión dúmper en situación de avería o de semiavería. Haga que lo reparen primero. Luego, reanude el trabajo.
- Antes de poner en marcha el motor, o bien, antes de abandonar la cabina, asegúrese de que ha instalado el freno de mano.
- No guarde combustibles ni trapos grasientos sobre el camión dúmper, pueden producir incendios.
- En caso de calentamiento del motor, recuerde que no debe abrir directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido, si lo hace, puede causarle quemaduras graves.
- Recuerde que el aceite del cárter está caliente cuando el motor lo está. Cámbielo una vez frío.
- No fume cuando manipule la batería ni cuando abastece de combustibles, puede incendiarse.
- No toque directamente el electrolito de la batería con los dedos. Si debe hacerlo, hágalo protegido con guantes de goma o de PVC.
- Si debe manipular en el sistema eléctrico del camión dúmper por alguna causa, desconecte el motor y extraiga la lave de contacto totalmente.
- No libere los frenos del camión en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas, para evitar accidentes por movimientos indeseables.
- Si durante la conducción sufre un reventón y pierde la dirección, mantenga el volante en el sentido en la que el camión se va. De esta forma conseguirá dominarlo.
- Si se agarrota el freno, evite las colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suave posible, o bien, introdúzcase en terreno blando.
- Antes de acceder a la cabina, dé la vuelta completa caminando entorno del camión, por si alguien se encuentra a su sombra. Evitará graves accidentes.
- Evite el avance del camión dúmper por la caja izada tras la descarga. Considere que puede haber líneas eléctricas aéreas y entrar en contacto con ellas o bien, dentro de las distancias de alto riesgo para sufrir descargas.
- Una vez efectuada la descarga, la caja será bajada antes de reemprender la marcha. Nunca se debe poner en movimiento el vehículo con la caja levantada.
- Se atenderá a la posible presencia de tendidos aéreos eléctricos o telefónicos antes de comenzar la elevación de la caja.
- Si establece contacto entre el camión dúmper y una línea eléctrica, permanezca en su punto solicitando auxilio mediante la bocina. Una vez le garanticen que puede abandonar el camión, descienda por la escalerilla normalmente y desde el último peldaño, salte lo más lejos posible, sin tocar tierra y camión de forma simultánea, para evitar posibles descargas eléctricas. Además, no permita que nadie toque el camión, es muy peligroso.

- Se prohibirá trabajar o permanecer a distancias inferiores a 10 m de los camiones dumper.
- Aquellos camiones dumper que se encuentren estacionados, quedarán señalizados mediante señales de peligro.
- La carga del camión se regará superficialmente para evitar posibles polvaredas que puedan afectar al tráfico circundante.
- Los caminos de circulación interna para el transporte de tierras serán los que se marquen en los planos del plan de seguridad y salud de la obra.
- Se prohibirá cargar los camiones dumper de la obra por encima de la carga máxima marcada por el fabricante, para prevenir los riesgos por sobrecarga.
- Todos los camiones dumper estarán en perfectas condiciones de conservación y de mantenimiento, en prevención del riesgo por fallo mecánico.
- Tal y como se indicará en los planos del plan de seguridad y salud, se establecerán fuertes topes de final de recorrido, ubicados a un mínimo de dos metros del borde de los taludes, en prevención del vuelco y caída durante las maniobras de aproximación para vertido.
- Se instalarán señales de peligro y de prohibido el paso, ubicadas a 15 m de los lugares de vertido de los dumperes, en prevención de accidentes al resto de los operarios.
- Se instalará un panel ubicado a 15 m del lugar de vertido de los dumperes con la siguiente leyenda:

“NO PASE, ZONA DE RIESGO. ES POSIBLE QUE LOS CONDUCTORES
NO LE VEAN; APÁRTESE DE ESTA ZONA”.

4.5.4. Medios de hormigonado

- **Camión hormigonera**

La circulación de este camión en el interior de la obra se atenderá escrupulosamente a las instrucciones que reciba su conductor, con total observancia de la señalización en la misma, sin que deban operar en rampas de pendiente superior a los 20°.

La puesta en estación y todos los movimientos del camión hormigonera durante las operaciones de vertido serán dirigidos por un señalista, que cuidará de la seguridad de atropellos o golpes por maniobras súbitas o incorrectas.

Las operaciones de vertido de hormigón a lo largo de zanjas o cortes en el terreno se efectuarán de forma que las ruedas del camión hormigonera no sobrepasen una franja de dos metros de ancho desde el borde.

Los trabajadores que atiendan al vertido, colocación y vibrado del hormigón tendrán la obligación de utilizar en todo momento casco de seguridad, guantes de goma o P.V.C., botas de seguridad impermeables (en el tajo de hormigonado) y guantes de cuero (en vertido).

- **Bomba autopropulsada de hormigón**

El personal encargado de su manejo poseerá formación especializada y experiencia en su aplicación y en el mantenimiento del equipo.

El brazo de elevación de la manguera no podrá ser utilizado para ningún tipo de actividad de elevación de cargas u otras diferentes a la que define su función.

La bomba dispondrá de comprobante de haber pasado su revisión anual en taller indicado para ello por el fabricante y tal comprobante se presentará obligatoriamente al jefe de obra, pudiendo ser requerido por el coordinador de seguridad y salud en cualquier momento. Cuando se utilice en cascos urbanos o semiurbanos, la zona de bombeo quedará totalmente aislada de los peatones, mediante las vallas y separaciones que sean precisas.

Los trabajadores no podrán acercarse a las conducciones de vertido del hormigón por bombeo a distancias menores de 3 m y dichas conducciones estarán protegidas por resguardos de seguridad contra posibles desprendimientos o movimientos bruscos.

Al terminar el tajo de hormigonado, se lavará y limpiará siempre el interior de los tubos de todo el equipo, asegurando la eliminación de tapones de hormigón.

Los trabajadores que atiendan al equipo de bombeo y los de colocación y vibrado del hormigón bombeado tendrán la obligación de utilizar en todo momento casco de seguridad, guantes de goma o P.V.C., botas de seguridad impermeables (en el tajo de hormigonado), calzado de seguridad (en el equipo) y mandil impermeable.

- **Vibradores**

El vibrado se realizará siempre con el trabajador colocado en una posición estable y fuera del radio de acción de mangueras o canaletas de vertido.

La manguera de alimentación eléctrica del vibrador estará adecuadamente protegida, vigilándose sistemáticamente su estado de conservación del aislamiento.

El aparato vibrador dispondrá de toma de tierra.

El vibrador no se dejará nunca funcionar en vacío ni se moverá tirando de los cables.

El trabajador utilizará durante el vibrado, casco de seguridad, botas de goma clase III, guantes dieléctricos y gafas de protección contra salpicaduras de mortero.

- **Andamios colgados y plataformas voladas**

El plan de seguridad y salud laboral de la obra definirá las características y condiciones de montaje y uso de los andamios colgados y plataformas voladas a disponer en la ejecución de la obra, previo el cálculo de todos sus elementos de sujeción y plataforma. Responderán a las prescripciones del Pliego de Condiciones y a los siguientes tipos y modalidades:

Andamios colgados de pescantes anclados al forjado superior, con plataforma de paneles metálicos grapados a la estructura tubular, con anchura mínima de 60 cm. y barandilla de seguridad de 90 cm. con pasamano y rodapié. Los tramos o góndolas unidos no superarán la longitud de 8,00 m., con uniones de dispositivos de seguridad con trinquetes en los puntos de articulación. Los trabajadores sobre estos andamios utilizarán siempre arnés de seguridad

sujeto a puntos fijos de la estructura o a cuerdas salvavidas con nudos de seguridad o frenos de caída.

Plataformas voladas, de madera o metálicas, con barandilla desmontable y rodapié, para descarga de materiales, adecuadamente apuntaladas y arriostradas. Sobre ellas, se utilizará siempre arnés de seguridad anclado a punto fijo de la estructura.

- **Andamios tubulares y castilletes**

El plan de seguridad y salud definirá las características y condiciones de montaje y uso de los andamios y plataformas de trabajo a disponer en las distintas fases de ejecución de la obra. Responderán a las prescripciones del Pliego de Condiciones y a los siguientes tipos y modalidades:

- Castilletes de encofrado y hormigonado, de altura adecuada a los muros o pilas a ejecutar y con barandillas de protección, contruidos con elementos metálicos o con módulos de andamio tubular, especificándose si serán fijos o móviles.
- Andamios tubulares arriostrados, con pisos o plataformas metálicas o de tablones atados de anchura no inferior a 60 cm, con barandillas de altura de 90 cm con rodapié y escaleras de anchura no inferior a 50 cm. y alturas no superiores a 1,80 m entre tramos. Cumplirán la Norma UNE 76502/89, quedarán amarrados al paramento vertical y apoyarán siempre sobre durmientes o placas base, con husillos de nivelación ajustables.

Los andamios tubulares cumplirán específicamente el Documento de Amortización HD1000 (UNE 76502/89) de junio de 1988, adoptado por el Comité Europeo de Normalización (CEN) el 921988. En el cálculo de las solicitudes se considerarán los materiales a emplear para realizar el trabajo en sí, los aparejos de elevación y las acciones del viento, lluvia y similares. Si el andamiaje es de construcción industrial, se dispondrá de un certificado del fabricante respecto de estos extremos.

Todo andamio se someterá a las inspecciones y controles establecidos en las normas vigentes de aplicación (a título de ejemplo indicativo puede citarse la Orden 2988/98 de la Consejería de Economía y empleo de la Comunidad Autónoma de Madrid). Los informes derivados de las inspecciones y controles efectuados estarán a disposición de la autoridad laboral competente por si decidiese requerirlos.

Los andamios han de constar de plataformas metálicas de chapa perforada de aluminio y mixtas con marcos de aluminio y tablero aglomerado con tratamiento antideslizante y antihumedad. Dispondrán de marcos, generalmente acartelados, llevando en los elementos verticales unas coronas para anclar los elementos del andamio cada 50 cm. de altura. Las plataformas tendrán un ancho mínimo de 60 cm, irán dotadas de barandillas de 0,90. m de altura mínima más 5 cm adicionales, rodapié mayor o igual a 15 cm y barra intermedia, con separación vertical entre barras igual o menor a 47 cm. Estas barandillas podrán ser celosías completas que sirvan de arriostramiento.

Los accesos a los andamios se realizarán mediante escaleras interiores o exteriores; las más comunes son las abatibles integradas en las plataformas de trabajo. Los andamios se ajustarán

a las irregularidades de la fachada mediante plataformas suplementarias sobre ménsulas especiales, quedando siempre lo más próximas posibles a la fachada.

Para la protección contra caída de materiales se podrán disponer bandejas de recogida que, generalmente, se colocarán en el nivel inferior; en casos de gran altura podrán existir a varios niveles. Alternativamente, se podrán emplear mallas textiles de plásticos cerrando toda la fachada del andamio.

Se cuidará especialmente el grado de corrosión que produce la oxidación en los elementos metálicos, sobre todo en ambientes húmedos.

La estabilidad del andamio quedará garantizada:

- Por un apoyo firme en el suelo, comprobándose la naturaleza del mismo y utilizando durmientes de madera o bases de hormigón que realicen un buen reparto de las cargas en el terreno, manteniendo la horizontalidad del andamio.
- Mediante sujeciones firmes de las plataformas que constituyen el piso del andamio a los elementos metálicos portantes, impidiéndose el basculamiento de las mismas y fijando su posición.
- Por medio de amarres a la fachada del edificio. En el plan de seguridad y salud de la obra quedarán determinados los arriostramientos que deban usarse en los sentidos vertical y horizontal, al igual que el resto de las características técnicas de los andamios.
- Mediante tacos de anclaje de tipo cáncamo adecuado a la naturaleza del soporte, hormigón, ladrillo macizo, ladrillo hueco, piedra, etc.
- Mediante puntales entre balcones, ventanas, etc.

- **Plataformas de trabajo**

El plan de seguridad y salud laboral de la obra definirá las medidas preventivas a adoptar durante las labores de encofrado, ferrallado y hormigonado de los diferentes elementos de la estructura y, en particular, los andamiajes y plataformas de trabajo, así como los puntales de apeo de forjados y los equipos auxiliares de protección, que responderán a las prescripciones contenidas en el Pliego de Condiciones y a criterios mínimos que siguen:

- En el encofrado y ferrallado de muros se utilizarán siempre andamios tubulares completos o plataformas de trabajo sólidas y estables, con anchura mínima de 60 cm. y barandillas. La colocación de ferralla se realizará siempre desde fuera del encofrado.
- En los forjados tradicionales de edificación, las viguetas y bovedillas se colocarán siempre desde plataformas apoyadas en andamios sobre el suelo del forjado inferior, evitándose la circulación de trabajadores sobre partes del forjado en construcción. Se utilizarán dos andamios para la colocación de viguetas sobre las jácenas (uno en cada extremo) y otro, similar para la colocación de bovedillas, aunque paralelo a las viguetas y de suficiente longitud para que el trabajador pueda llegar a todos los espacios entre las viguetas y siempre en sentido de fuera adentro para evitar trabajos de espaldas al vacío.

- El hormigonado de los forjados se realizará siempre desde pasarelas de tablonos, de 60 cm de ancho mínimo, evitándose pisadas sobre ferralla, viguetas y bovedillas. En muros, pilares y jácenas se utilizarán pasarelas arriostradas y dispondrán de escaleras, barandillas y rodapiés adecuados.

4.5.5. Medios de puesta en obra de firmes y pavimentos en puente y carreteras de acceso al puente desde los viales adyacentes

- **Compactador de neumáticos**

No se permitirá la permanencia sobre la compactadora a otra persona que no sea su operador, a fin de evitar accidentes por caída desde la máquina.

Todos los operarios a pie en el tajo de aglomerado quedarán en posición en la cuneta o aceras, por delante de la compactadora, en prevención de los riesgos por atrapamiento y atropello durante los movimientos de ésta.

La compactadora tendrá dotación completa de luces de visibilidad y de indicación de posición de la máquina, así como dotación y buen funcionamiento de la señal acústica de marcha atrás.

Se dispondrá de una escalera metálica para la subida y bajada de las cajas de la máquina.

La escalera de subida a la plataforma de conducción y el borde exterior de ésta tendrán revestimiento antideslizante.

El operador tendrá la obligación estricta de circulación exterior con sujeción plena a las normas de circulación y a las señales de tráfico.

Se comprobará sistemáticamente la presión de los neumáticos antes del comienzo del trabajo diario.

Se vigilará el mantenimiento sistemático del estado de funcionamiento de la máquina.

Se cuidará la instrucción y vigilancia de la prohibición de fumar durante las operaciones de carga de combustible y de comprobación del nivel de la batería de la máquina.

- **Rodillo vibrante autopropulsado**

No se permitirá la permanencia sobre el compactador de otra persona que no sea su operador, a fin de evitar accidentes por caída desde la máquina.

Todos los operarios a pie en el tajo de aglomerado quedarán en posición en la cuneta o aceras, por delante de la compactadora, en prevención de los riesgos por atrapamiento y atropello durante los movimientos de ésta.

La escalera de subida a la plataforma de conducción y el borde exterior de ésta tendrán revestimiento antideslizante.

El operador tendrá la obligación de cuidar especialmente la estabilidad del rodillo al circular sobre superficies inclinadas o pisando sobre el borde de la capa de aglomerado.

Se vigilará el mantenimiento sistemático del estado de funcionamiento de la máquina.

Se cuidará la instrucción y vigilancia de la prohibición de fumar durante las operaciones de carga de combustible y de comprobación del nivel de la batería de la máquina.

Se dispondrá de asiento antivibratorio o, en su defecto, será preceptivo el empleo de faja antivibratoria.

- **Camión basculante**

El conductor del camión estará en posesión del preceptivo carnet de conducir y actuará con total respeto a las normas del código de circulación y respetará en todo momento la señalización de la obra.

En la maniobra de colocación y acoplamiento ante la extendidora, el conductor actuará con total sujeción a las instrucciones y la dirección del encargado del tajo de extendido de aglomerado, así como a las indicaciones del ayudante de aviso.

Una vez efectuada la descarga, la caja será bajada antes de reemprender la marcha.

Se atenderá a la posible presencia de tendidos aéreos eléctricos o telefónicos antes de comenzar la elevación de la caja.

Todas las operaciones de revisión o mantenimiento que deba realizarse con el basculante elevado se efectuarán asegurando que se impide su descenso, mediante enclavamiento.

- **Fresadora**

Se entregarán al operador las siguientes instrucciones:

- Circulará siempre a velocidad moderada.
- Hará uso del claxon cuando sea necesario apereibir de su presencia y siempre que vaya a iniciar el movimiento de marcha atrás, iniciándose la correspondiente señal acústica para este tipo de marcha.
- Al abandonar la marcha se asegurará de que esté frenada y no pueda ser puesta en marcha por persona ajena.
- Usará casco siempre que esté fuera de la cabina.
- Cuidará adecuadamente la máquina, dando cuenta de fallos o averías que advierta, interrumpiendo el trabajo siempre que estos fallos afecten a frenos o a dirección hasta que la avería quede subsanada.
- Estará prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
- Se suministrarán al operador las siguientes instrucciones adicionales:
 - o Extreme las precauciones ante taludes y zanjas
 - o En los traslados, circule siempre con precaución
 - o Vigile la marcha atrás y accione la bocina
 - o No permita el acceso de personas, máquinas y vehículos a la zona de trabajo de la máquina, sin previo aviso.

4.5.6. Maquinaria y herramientas diversas

- **Camión grúa**

Con independencia de otras medidas preventivas que puedan adoptarse en el plan de seguridad y salud, se tendrán en cuenta las siguientes:

- Siempre se colocarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y en los gatos estabilizadores, antes de iniciar las maniobras de carga que, como las de descarga, serán siempre dirigidas por un especialista.
- Todos los ganchos de cuelgue, aparejos, balancines y eslingas o estribos dispondrán siempre de pestillos de Seguridad
- Se vigilará específicamente que no se sobrepasa la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión.
- El gruista tendrá siempre a la vista la carga suspendida y, si ello no fuera posible en alguna ocasión, todas sus maniobras estarán dirigidas por un señalista experto.
- Estará terminantemente prohibido realizar arrastres de la carga o tirones sesgados de la misma
- El camión grúa nunca deberá estacionar o circular a distancias inferiores a los dos metros del borde de excavaciones o de cortes del terreno.
- Se prohibirá la permanencia de personas alrededor del camión grúa a distancias inferiores a 5 metros del mismo, así como la permanencia bajo cargas en suspensión.
- El conductor tendrá prohibido dar marcha atrás sin la presencia y ayuda de un señalista, así como abandonar el camión con una carga suspendida.
- No se permitirá que persona alguna ajena al operador acceda a la cabina del camión o maneje sus mandos.
- En las operaciones con camión grúa se utilizará casco de seguridad (cuando el operador abandone la cabina), guantes de cuero y calzado antideslizante.

- **Grúa móvil**

Una vez posicionada la máquina, se extenderán completamente los apoyos telescópicos de la misma, aunque la carga a elevar parezca pequeña en relación con el tipo de grúa utilizado. Si se careciera del espacio suficiente, sólo se dejarán de extender los telescópicos si se tiene exacto conocimiento de la carga a elevar y si existe la garantía del fabricante de suficiente estabilidad para ese peso a elevar y para los ángulos de trabajo con que se utilizará la pluma.

Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia o estabilidad, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones, placas o traviesas de reparto.

Antes de iniciar el izado, se conocerá con exactitud o se calculará con suficiente aproximación el peso de la carga a elevar, comprobándose la adecuación de la grúa que va a utilizarse

Se comprobará siempre que los materiales a elevar con la grúa están sueltos y libres de ataduras, enganches o esfuerzos que no sean el de su propio peso.

Se vigilará específicamente la estabilidad y sujeción adecuada de las cargas y materiales a izar, garantizándose que no puedan caer o desnivelarse excesivamente.

El operador dejará frenado el vehículo, dispuestos los estabilizadores y calzadas sus ruedas antes de operar la grúa, evitará oscilaciones pendulares de la carga y cuidará de no desplazar

las cargas por encima de personas y, cuando ello sea necesario, utilizará la señal acústica que advierta de sus movimientos, a fin de que el personal pueda estar precavido y protegerse adecuadamente.

Siempre que la carga o descarga del material quede fuera del campo de visibilidad del operador, se dispondrá de un encargado de señalizar las maniobras, que será el único que dirija las mismas.

- **Compresores**

El compresor será siempre arrastrado a su posición de trabajo cuidándose que no se rebase nunca la franja de dos metros de ancho desde el borde de cortes o de coronación de taludes y quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal, con lo que el aparato estará nivelado, y con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizamiento. En caso de que la lanza de arrastre carezca de rueda o de pivote de nivelación, se adaptará éste mediante suplementos firmes y seguros.

Las operaciones de abastecimiento de combustible serán realizadas siempre con el motor parado. Las carcasas protectoras del compresor estarán siempre instaladas y en posición de cerradas.

Cuando el compresor no sea de tipo silencioso, se señalizará claramente y se advertirá el elevado nivel de presión sonora alrededor del mismo, exigiéndose el empleo de protectores auditivos a los trabajadores que deban operar en esa zona.

Se comprobará sistemáticamente el estado de conservación de las mangueras y boquillas, previéndose reventones y escapes en los mismos

- **Cortadora de pavimento**

Esta máquina estará siempre a cargo de un especialista en su manejo que, antes de iniciar el corte, se informará de posibles conducciones subterráneas o de la existencia de mallazos o armaduras en el firme, procediéndose al replanteo exacto de la línea de sección a ejecutar, a fin de que pueda ser seguida por la ruedecilla guía de la cortadura. Los órganos móviles de la cortadora estarán siempre protegidos con la carcasa de origen de fabricación.

El corte se realizará en vía húmeda, mediante conexión al circuito de agua, para evitar la creación de un ambiente pulvígeno peligroso.

El manillar de gobierno de la cortadora estará correctamente revestido de material aislante eléctrico.

Se prohibirá terminantemente fumar durante la operación de carga de combustible y ésta se efectuará con la ayuda de embudo, para evitar derrames innecesarios.

Los trabajadores ocupados en la labor de corte de pavimento utilizarán protectores auditivos, guantes y botas de goma o de P.V.C., así como gafas de seguridad y mascarillas de filtro mecánico o químico, si la operación ha de realizarse en seco, con independencia de los equipos individuales de protección de uso general en la obra.

- **Martillos neumáticos**

Los trabajadores que deban utilizar martillos neumáticos poseerán formación y experiencia en su utilización en obra. Los martillos se conservarán siempre bien cuidados y engrasados, verificándose sistemáticamente el estado de las mangueras y la inexistencia de fugas en las mismas. Cuando deba desarmarse un martillo, se cortará siempre la conexión del aire, pero nunca doblando la manguera.

Antes de iniciarse el trabajo, se inspeccionará el terreno y los elementos estructurales a demoler, a fin de detectar la posibilidad de desprendimientos o roturas a causa de las vibraciones transmitidas por el martillo. En la operación de picado, el trabajador nunca cargará todo su peso sobre el martillo, pues éste podría deslizarse y caer. Se cuidará el correcto acoplamiento de la herramienta de ataque en el martillo y nunca se harán esfuerzos de palanca con el martillo en marcha.

Se prohibirá terminantemente dejar los martillos neumáticos abandonados o hincados en los materiales a romper. El paso de peatones cerca de la obra se alejará tanto como sea posible de los puntos de trabajo de los martillos neumáticos.

Los operadores utilizarán preceptivamente calzado de seguridad, guantes de cuero, gafas de protección contra impactos, protectores auditivos, mascarilla antipolvo y arnés antivibratorio.

- **Pistolas fijaclavos**

Los trabajadores que hayan de utilizar estas herramientas conocerán su manejo correcto y tendrá autorización expresa para ello, emitida por el jefe de obra. Al utilizar la pistola fijaclavos se acordonará la zona de trabajo, evitándose la presencia de otros trabajadores que pudieran sufrir daños.

Se exigirá el empleo de casco de seguridad, guantes de cuero, muñequeras o manguitos y gafas de seguridad antiproyecciones.

El suministro, transporte y almacenamiento de botellas o bombonas de gases licuados estarán siempre controlados, vigilándose expresamente que:

- Las válvulas estén siempre protegidas por las caperuzas correspondientes.
- Se transporten las botellas sobre bateas enjauladas o carros de seguridad, en posición vertical y adecuadamente atadas, evitándose posibles vuelcos.
- No se mezclen nunca botellas de gases diferentes en el almacenamiento.
- Las botellas vacías se traten siempre como si estuviesen llenas.

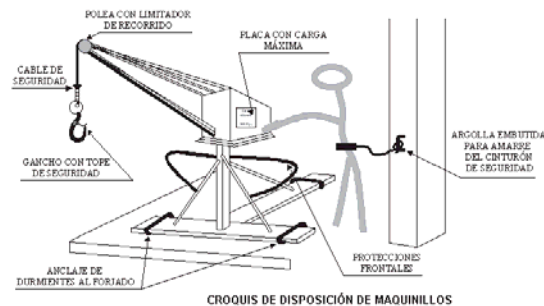
Se vigilará que las botellas de gases licuados nunca queden expuestas al sol de forma mantenida. Nunca se utilizarán en posición horizontal o con inclinación menor de 45°. Los mecheros estarán siempre dotados de válvula antirretroceso de llama, colocadas en ambas conducciones y tanto a la salida de las botellas como a la entrada del soplete.

Las mangueras se conservarán en perfecto estado y carentes de cocas o dobleces bruscos, vigilándose sistemáticamente tales condiciones.

- **Maquinillos elevadores de carga**

El plan de seguridad y salud definirá la ubicación de los maquinillos en la obra, así como sus características y condiciones de montaje y utilización. Su montaje, elementos de anclaje y sujeción responderán a las normas del Pliego de Condiciones y a las siguientes prescripciones preventivas mínimas:

- Los maquinillos quedarán sustentados firmemente sobre un trípode de piezas escuadradas con durmientes anclados sobre el forjado, mediante redondos embutidos en el hormigón. Sobre el trípode se fijarán dos alas de protección.
- El trabajador actuará siempre con arnés de seguridad atado a una argolla de espera dejada sobre un pilar o paramento vertical rígido y nunca al propio maquinillo.
- En el propio maquinillo, una placa expresará claramente su carga máxima y la polea dispondrá de limitador de recorrido, con sujeción de seguridad en el cable y tope en el gancho.



- **Taladro portátil**

Los taladros tendrán siempre doble aislamiento eléctrico y sus conexiones se realizarán mediante manguera antihumedad, a partir de un cuadro secundario, dotada con clavijas macho-hembra estancas.

Se prohibirá terminantemente depositar el taladro portátil en el suelo o dejarlo abandonado estando conectado a la red eléctrica. Los taladros sólo serán reparados por personal especializado, estando prohibido desarmarlos en el tajo.

Los trabajadores utilizarán preceptivamente casco y calzado de seguridad, gafas antiproyecciones y guantes de cuero.

- **Herramientas manuales**

Las herramientas se utilizarán sólo en aquellas operaciones para las que han sido concebidas y se revisarán siempre antes de su empleo, desechándose cuando se detecten defectos en su estado de conservación. Se mantendrán siempre limpias de grasa u otras materias deslizantes y se colocarán siempre en los portaherramientas o estantes adecuados, evitándose su depósito desordenado o arbitrario o su abandono en cualquier sitio o por los suelos. En su manejo se utilizarán guantes de cuero o de P.V.C. y botas de seguridad, así como casco y gafas antiproyecciones, en caso necesario.

- **Actuaciones a observar en caso de accidente:**

Normas generales de actuación frente a accidentes:

- No tocar nunca la máquina o la línea caída a la tierra
- Permanecer inmóvil o salir de la zona a pequeños pasos
- Advertir a las personas que se encuentran fuera de la zona peligrosa de no acercarse a la máquina.
- Hasta advertir que no se realice la separación entre la línea eléctrica y la máquina y se abandone la zona peligrosa, no se efectuarán los primeros auxilios a la víctima.

Caída de línea:

- Se prohibirá el acceso del personal a la zona de peligro, hasta que un especialista compruebe que está sin tensión.
- No se permitirá que nadie toque a las personas en contacto con la línea eléctrica. En el caso de estar seguro de que se trata de una línea de baja tensión, se intentará separar a la víctima mediante elementos no conductores, sin tocarla directamente.

Accidentes con máquinas:

En el caso de contacto de una línea aérea con maquinaria de excavación, transporte, etc., deben observarse las siguientes normas:

- El conductor o maquinaria estará adiestrado para conservar la calma e incluso si los neumáticos comienzan a arder.
- Permanecerá en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre del riesgo de electrocución.
- Se intentará retirar la máquina de la línea y situarla fuera de la zona peligrosa.
- En caso de contacto, el conductor no abandonará la cabina, sino que intentará bajar el basculante y alejarse de las zonas de riesgo.
- Advertirá a las personas que allí se encuentren de que no deben tocar la máquina.
- No descenderá de la máquina hasta que ésta no se encuentre a una distancia segura. Si se descende antes, el conductor estará en el circuito línea aérea – máquina - suelo y seriamente expuesto a electrocutarse.
- Si es posible separar la máquina y en caso de absoluta necesidad, el conductor o maquinista no descenderá utilizando los medios habituales, sino que saltará lo más lejos posible de la máquina evitando tocar ésta.

- **Interferencias con vías en servicio (desvíos, cortes, etc.)**

De acuerdo con el nivel de interferencia de los trabajos con la calzada en servicio, el plan de seguridad y salud definirá detalladamente las medidas de balizamiento y señalización para el tráfico rodado, así como las zonas de paso y barandillas o barreras precisas para los peatones. El esquema mínimo de señalización, en los casos que nos ocupan, se incluye en los Planos. Las señales y elementos de balizamiento a utilizar cumplirán las normas recogidas en el Pliego de Condiciones y, en particular, respecto de su disposición, la Norma 8.3 de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento.

- **Retirada y reposición elementos señalización, balizamiento y defensa**

Al retirar la señalización vertical y los elementos de balizamiento, se procederá en el orden inverso al de su colocación, es decir, de la forma siguiente:

- Primero se retirarán todas las señales de delimitación de la zona de obras, cargándolas en un vehículo de obra, que estará estacionado en el arcén derecho, si la zona de obras está en el carril de marcha normal.
- Una vez retiradas estas señales, se procederá a retirar las de desviación del tráfico, con lo que la calzada quedará libre. Se desplazarán a continuación las señales de preaviso al extremo del arcén o mediana, de forma que no sean visibles para el tráfico, de donde serán recogidas por un vehículo. Deberán tomarse las mismas precauciones que en el caso de la colocación de las mismas, permaneciendo siempre el operario en la parte de la calzada aislada al tráfico.
- Siempre en la ejecución de una operación hubiera que ocupar parcialmente el carril de marcha normal, se colocará previamente la señalización prevista en el caso de trabajos en este carril ocupándolo en su totalidad, evitando dejar libre al tráfico un carril de anchura superior a las que establezcan las marcas viales, ya que podría inducir a algunos usuarios a eventuales maniobras de adelantamiento.
- Al finalizar los trabajos se retirarán todos los materiales dejando la zona limpia y libre de obstáculos que pudieran representar algún peligro para el tráfico.
- Se señalizarán suficientemente la presencia de todo el personal que esté operando, evitándose la presencia en su área de influencia de personas ajenas a esta operación.

Para eliminar las marcas viales de la calzada se seguirán las mismas precauciones y procedimientos que para el premarcaje y pintado de las marcas viales provisionales, es decir:

- Los operarios que componen los equipos deben de ser especialistas y conocedores de los procedimientos, por el riesgo de trabajos con tráfico de vehículos.
- Para realizar el premarcaje y pintado de la carretera se utilizarán monos de color blanco o amarillo con elementos reflectantes. Se utilizarán mascarillas para afecciones por los vapores de la pintura.
- En el caso de producirse interferencia con el tráfico, no se empezarán los trabajos sin haber estudiado la señalización adecuada a utilizar y sin que se haya producido la colocación correcta de la misma.
- La pintura debe estar envasada. Para su consumo se trasvasará al depósito de la máquina, con protección respiratoria. Sólo se tendrán en el camión las latas para la consumición del día.
- Se evitará fumar o encender cerillas y mecheros durante la manipulación de las pinturas y el extendido de las mismas.

Se prohibirá realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

5. EVACUACIONES Y EMERGENCIAS

En cada tajo, en lugar bien visible, se expondrá un plano con la ruta de emergencia apropiada hasta llegar al Hospital, o en el caso de heridos leves, al centro asistencial de la Mutua de Accidentes a la que pertenezcan la o las empresas participantes en la obra, más cercana.

Ningún vehículo podrá permanecer estacionado obstruyendo una vía de emergencia bajo ningún concepto, ni siquiera aunque su conductor se encuentre a bordo o esté realizando operaciones de carga y descarga.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad, por los trabajadores.

Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

En cuanto a la organización humana de la evacuación ante situaciones de emergencia, se designará un encargado de poner en práctica el plan de evacuación diseñado, el cual deberá poseer la formación conveniente y se encargará de dar a conocer a los demás trabajadores de la obra los riesgos específicos de la misma y se organizará la evacuación de personas de forma detallada.

Por esta misma razón, en lugar bien visible de la obra deberán figurar las indicaciones escritas sobre las medidas que habrán de ser tomadas por los trabajadores en casos de tener que realizar una evacuación de emergencia.

6. DOCUMENTOS DEL ESTUDIO

El presente Estudio de Seguridad y Salud está compuesto por los siguientes documentos:

- DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA
- DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

Además se incluye su valoración monetaria y las prescripciones vinculadas de carácter contractual en los siguientes documentos del presente proyecto:

- DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES
- DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO
 - 4.1. Mediciones
 - 4.2. Cuadro de precios nº 1
 - 4.3. Cuadro de precios nº 2
 - 4.4. Presupuesto
 - 4.5. Resumen de presupuesto

7.- Presupuesto

El presupuesto correspondiente a seguridad y salud es el siguiente:

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe [€]
Capítulo 1 : Protecciones colectivas					
01.01	m ²	PROTECCIÓN HUECO HORZ. C/MALLAZO Cubrición de hueco horizontal con mallazo electrosoldado de 15x15 cm. D=4 mm., para protección fijado y empotrado un metro a cada lado en la capa de compresión por cada lado, incluso cinta de señalización a 0,90 m. de altura fijada con pies derechos. (amortizable en un solo uso). s/ R.D. 486/97.	40,00	5,19	207,60
DOSCIENTOS SIETE EUROS CON SESENTA					
01.02	m	BARANDILLA GUARDACUERPOS Y TUBOS Barandilla de protección de perímetros de tablero, compuesta por guardacuerpos metálico cada 2,5 m. (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al tablero, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	40,00	9,95	398,00
TRESCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS					

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe [€]
--------	----	-------------	----------	-----------------	-------------

01.06	m ²	PROTECCIÓN HUECO C/RED HORIZONT.	60,00	3,14	188,40
-------	----------------	----------------------------------	-------	------	--------

Red horizontal de seguridad en cubrición de huecos formada por malla de poliamida de 10x10 cm. enudada con cuerda de D=3 mm. y cuerda perimetral de D=10 mm. para amarre de la red a los anclajes de acero de D=10 mm. conectados a las armaduras perimetrales del hueco cada 50 cm. y cinta perimetral de señalización fijada a pies derechos. (amortizable en ocho usos). s/ R.D. 486/97.

CIENTO OCHENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA

TOTAL CAPÍTULO 01 PROTECCIONES COLECTIVAS 794,00

SETENCIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe [€]
--------	----	-------------	----------	-----------------	-------------

Capítulo 2 : Protecciones individuales

02.01	ud	CASCO DE SEGURIDAD	14,00	1,91	26,74
		Casco de seguridad con arnés de adaptación. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92			

VEINTE Y SEIS EUROS CON SETENTA Y CUATRO

02.02	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	14,00	3,24	45,36
		Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.			

CUARENTA Y CINCO EUROS TREINTA Y SEIS

02.03	ud	GAFAS ANTIPOLVO	14,00	0,75	10,50
		Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D.773/97 y R.D. 1407/92.			

DIEZ EUROS CON CINCUENTA

02.04	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	20,00	2,89	57,80
		Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.			

CINCUENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA

02.05	ud	SEMIMÁSCARAS ANTIPOLVO 1 FILTRO	14,00	7,50	105,00
		Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.			

CIENTO CIENCO EUROS

02.06	ud	FILTRO RECAMBIO MASCARILLA	14,00	0,95	13,30
		Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.			

TRECE EUROS CON TREINTA

<u>Código</u>	<u>Ud</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Importe [€]</u>
02.07	ud	PAR DE GUANTES AISLANTES 5000V Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión hasta 5.000 V., (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	5,00	8,60	43,00
CUARENTA Y TRES EUROS					
02.08	ud	PAR DE GUANTES DE NEOPRENO Par de guantes de neopreno. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	20,00	2,20	44,00
CUARENTA Y CUATRO EUROS					
02.09	ud	PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	15,00	40,00	560,00

TOTAL CAPÍTULO 02 PROTECCIONES INDIVIDUALES 905,70

NOVECIENTOS CINCO EUROS CON SETENTA

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe [€]
--------	----	-------------	----------	-----------------	-------------

Capítulo 3 : Protección contra incendios

03.01	ud	EXTINTOR POLVO ABC 9kg. PR.INC. Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 43A/233B, de 9 kg. de agente extintor, tipo Parsi modelo PI-9-U o similar, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según norma UNE 23110. Medida la unidad instalada.	3,00	41,46	124,38
-------	----	---	------	-------	--------

CIENTO VEINTICUATRO EUROS con TREINTA Y OCHO

03.02	ud	EXTINTOR DE CO2 5 kg. Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, de 5 kg. de agente extintor, construido en acero, con soporte y manguera con difusor, según Norma UNE. Equipo con certificación AENOR. Medida la unidad instalada	2,00	136,38	272,76
-------	----	--	------	--------	--------

DOSCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y SEIS

TOTAL CAPÍTULO 03 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 397,14

TRESCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS CON CATORCE

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe [€]
--------	----	-------------	----------	-----------------	-------------

Capítulo 4 : Medicina preventiva y primeros auxilios

04.01	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	2,00	78,83	157,66
		Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza General de Seguridad e Higiene del 9-3-71 Art. 38 a 43.			

CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y SEIS

TOTAL CAPÍTULO 04 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS 157,66

CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y SEIS

Resumen por capítulos

Código	Capítulo	Importe (€)
Cap 01	Protecciones colectivas	794,00
Cap 02	Protecciones individuales	905,70
Cap 03	Protección contra incendios	397,14
Cap 04	Medicina preventiva y primeros auxilios	157,66
TOTAL		2254,50

El presupuesto obtenido es respecto a las tres unidades de obra estudiadas, no se han tenido en cuenta instalaciones auxiliares u otros aspectos que incrementarían notablemente el presupuesto calculado.

El presupuesto de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de DOS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA.

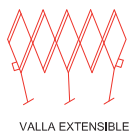
8. CONCLUSIÓN

Con lo expuesto, se considera suficientemente justificado el presente Estudio de Seguridad y Salud para el “*PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN NUEVO PUENTE EN BURBAGUENA SOBRE EL RIO JILOCA*” de acuerdo con las normas vigentes.

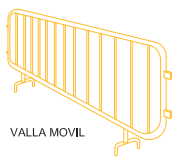
Madrid, Julio de 2015. El
autor del proyecto

Manuel Dominguez Herrerías

SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO



VALLA EXTENSIBLE



VALLA MOVIL



VALLA DE OBRA MODELO 1



VALLA DE OBRA MODELO 2

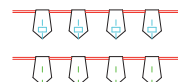


PLAFÓN DIRECCIONAL PARA LAS OBRAS

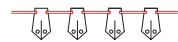


PLAFÓN DIRECCIONAL PARA LAS CURVAS

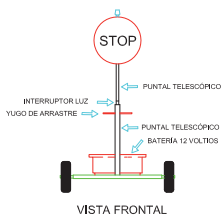
CORDÓN DE BALIZAMIENTO



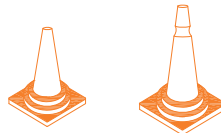
BANDERITAS



PORTALÁMPARAS DE PLÁSTICO

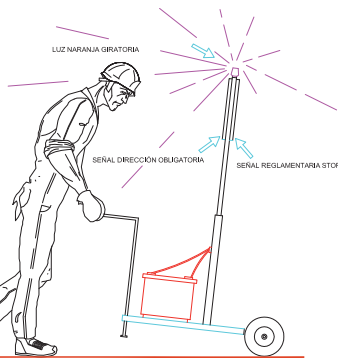


VISTA FRONTAL

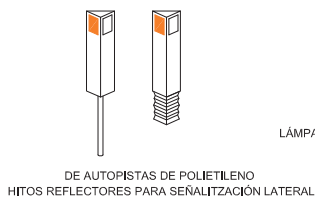


CONOS

CINTAS DE BALIZAMIENTO REFLECTORAS



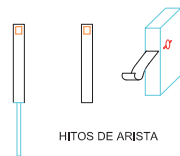
VISTA LATERAL



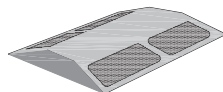
DE AUTOPISTAS DE POLIETILENO
HITOS REFLECTORES PARA SEÑALIZACIÓN LATERAL



LÁMPARA AUTÓNOMA FIJA INTERMITENTE



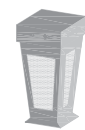
HITOS DE ARISTA



REFLECTOR (OJO DE GATO)



LLAVES DE RETARDO



ACOTA LUMINOSA



Universidad Politécnica de
Madrid ETSI CCP

TÍTULO
PROYECTO CONSTRUCTIVO NUEVO
PUENTE EN BURBAGUENA



AUTOR
MANUEL DOMÍNGUEZ
HERRERÍAS

ESCALA
S/E

FECHA
JULIO 2015

TÍTULO PLANO
SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

Nº DE PLANO

SEÑALES DE PROHIBICIÓN



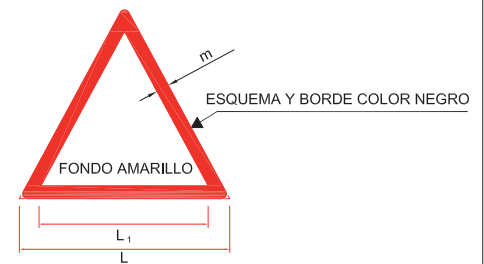
DIMENSIONES EN mm		
D	D ₁	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8



SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN LAS OBRAS



SEÑALES DE ADVERTENCIA DE UN PELIGRO



COORDENADAS		
L	L_1	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5



Universidad Politécnica de
Madrid ETSI CCP

TÍTULO
PROYECTO CONSTRUCTIVO NUEVO
PUENTE EN BURBAGUENA



AUTOR
MANUEL DOMÍNGUEZ
HERRERÍAS

ESCALA
S/E

FECHA
JULIO 2015

TÍTULO PLANO
SEÑALIZACIÓN 1

Nº DE PLANO



DOCUMENTO N°4 PRESUPUESTO

E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos de Madrid

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

PROYECTO FIN DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL
Y TERRITORIAL

**PROYECTO CONSTRUCTIVO NUEVO PUENTE EN BURBAGUENA SOBRE EL RIO
JILOCA**

Autor del proyecto: **Manuel Domínguez Herrerías**

Nº de matrícula: **125**

Tutor del proyecto: **Fernando Rodríguez López. Doctor Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos**

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. MEDICIONES

2. CUADRO DE PRECIOS

CUADRO DE PRECIOS N° 1

CUADRO DE PRECIOS N° 2

3. PRESUPUESTO

4. ÚLTIMA HOJA

Justificación de mediciones

Se procede a justificar las mediciones de las unidades de obra empleadas como parte para calcular las partidas de los presupuestos parciales y en su conjunto del presupuesto de ejecución material del presente proyecto.

Código	Descripción	Justificación medición
1.1	Despeje y desbroce de caminos de acceso	Longitud camino este=21 m Ancho plataforma=10 m Longitud camino oeste=7,5 m Camino acceso este: $21m \times 10 m = 210 m^2$ Camino acceso oeste: $7,5m \times 10 m = 75 m^2$
1.2	Terraplén camino de acceso provisional oeste	Altura terraplén=1 m Ancho plataforma=10 m Longitud camino oeste=7,5 m $\frac{1}{2} * 7,5 m * 1 m * 10 m = 37,5m^3$
2.1	Excavación caminos de acceso al puente	Profundidad excavación este=2,5 m Profundidad excavación oeste=2,5 m Camino acceso este: $2,5 m \times 21 m \times 10 m = 525 m^3$ Camino acceso oeste: $2,5 m \times 7,5 m \times 10 m = 187,5m^3$
2.2	Relleno explanadas	Relleno excavación este=2,3 m (media) Relleno excavación oeste=2,3 m (media) Camino acceso este: $2,3 m \times 21 m \times 10 m = 496 m^3$ Camino acceso oeste: $2,5 m \times 7,5 m \times 10 m = 187,5m^3$
2.3	terraplén explanada camino oeste	$\frac{1}{2} * 7,5 m * 1 m * 10 m = 37,5m^3$
2.4	Suelo cemento en capa inferior de firme en los caminos de acceso al puente	Ancho de aplicación capa suelocemento=8 m Explanación este (desmonte)= $21m \times 8m = 168 m^2$ Explanación oeste(terraplén)= $7,5 \times 8 = 60 m^2$
2.5	Mezcla bituminosa tipo AC 22 Base B60/70 G para capa base caminos acceso	Espesor =7 cm Densidad mezcla bituminosa=2,4 t/m ³ Camino de acceso este= $0,07 \times 21 \times 8 \times 2,4 = 28,22 t$ Camino de acceso oeste= $0,07 \times 7,5 \times 8 \times 2,4 = 10,08 t$
2.6	Mezcla bituminosa tipo AC 22 Bin B60/70 D para capa intermedia caminos acceso	Espesor =5 cm Densidad mezcla bituminosa=2,4 t/m ³ Camino de acceso este= $0,05 \times 21 \times 8 \times 2,4 = 20,16 t$ Camino de acceso oeste= $0,05 \times 7,5 \times 8 \times 2,4 = 7,20 t$

2.7	Mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura caminos acceso	<p>Espesor =4 cm</p> <p>Densidad mezcla bituminosa=2,4 t/m³</p> <p>Camino de acceso este=0,04*21*8*2,4=16,12 t</p> <p>Camino de acceso oeste=0,04*7,5*8*2,4=5,76 t</p>
2.8	Cunetas revestidas de hormigón HM-15	<p>Espesor revestimiento=0,05 m</p> <p>Perímetro cuneta este =1 m (media)</p> <p>Perímetro cuneta oeste =1 m (media)</p> <p>Camino de acceso este=0,05*1*28*2= 2,8 m³</p> <p>Camino de acceso oeste=0,05*1*12*2= 1,2 m³</p>
3.1	Excavación cimientos de estribos	<p>Largo excavación=10 m</p> <p>Ancho excavación=6 m (sentido puente)</p> <p>Profundidad excavación estribo 1= 3,3 m</p> <p>Profundidad excavación estribo 2 = 4,2</p> <p>Excavación estribo 1 =10*6*3,3=200 m³</p> <p>Excavación estribo 2 =10*6*4,1=250 m³</p>
3.2	Relleno localizado de cimientos de estribo con suelo adecuado	<p>Altura muro estribo 1 a rellenar=2,5 m (media)</p> <p>Altura muro estribo 2 a rellenar=3,3 m (media)</p> <p>Relleno estribo 1 =10*2,5*6=150 m³</p> <p>Relleno estribo 2 =10*3,3*6=200 m³</p>
3.3	Acero B-500 S en barras para armar cimientos estribo	<p>Planos de ferralla (Doc. nº3 proyecto constructivo)</p> <p>D_acero = 7850 kg/m³</p> <p>2512 Kg</p>
3.4	Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIa en zapatas estribos	<p>Ancho zapata= 3 m</p> <p>Largo zapata= 8 m</p> <p>Canto zapata= 1m</p> <p>Estribo 1 =8*3*1= 24 m³</p> <p>Estribo 2 =8*3*1= 24 m³</p>
3.5	Hormigón en masa HM-15 de limpieza o nivelación para cimentación	<p>Espesor capa hormigón HM-15= 0,10 m</p> <p>Estribo 1 = 2,4 m³</p> <p>Estribo 2 = 2,4 m³</p>
3.6	Encofrado y desencofrado plano, con tablero fenólico, en cimientos de estribo	<p>Paramento superior= 1,6 m*8 m=12,8 m²</p> <p>Paramentos laterales= 13,5 m²</p> <p>Estribo 1 = 26,30 m²</p> <p>Estribo 2= 26,30 m²</p>
3.7	Acero B-500 S en barras para armar alzado estribo	<p>Planos de ferralla (Doc. nº3 proyecto constructivo)</p> <p>D_acero = 7850 kg/m³</p> <p>3830,8 Kg</p>

3.8	Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIa en alzados de estribos	Altura alzado estribo=2,5 m Largo zapata= 8 m Canto alzado estribo= 1,4 m Estribo 1 = $2,5 \times 8 \times 1,4 = 28 \text{ m}^3$ Estribo 2 = $2,5 \times 8 \times 1,4 = 28 \text{ m}^3$
3.9	Encofrado y desencofrado plano ,con tablero fenólico en alzados, colocado en estribos	Paramento alzados= $2,5 \times 8 \times 2 = 40 \text{ m}^2$ Paramentos laterales= 7 m^2 Encofrado peto estribo= $9,4 \text{ m}^2$ Estribo 1 = $56,4 \text{ m}^2$ Estribo 2= $56,4 \text{ m}^2$
3.10	Impermeabilización con emulsión bituminosa en trasdós de estribos, terminada	Altura muro más peto de estribo= 3 m Estribo 1 = $8 \times 3 = 24 \text{ m}^2$ Estribo 2 = $8 \times 3 = 24 \text{ m}^2$
3.11	Tubo dren poroso de 15 cm de diámetro interior, colocado en estribos	Nº de tubos =9 Longitud=1,4 m Longitud tubos drenaje estribo 1 = 13 m Longitud tubos drenaje estribo 2 = 13 m
4.1	Encofrado sobre cimbra para techos y losas con tablero de madera	Ancho tablero= 8 m ; Ancho calzada= 8 m Longitud tablero entre paramentos laterales=29 m Canto tablero=0,9 m $29 \times 8 + 0,9 \times 29 \times 2 + 8 \times 0,9 \times 2 = 290 \text{ m}^2$
4.2	Aligeramiento perdido recto en Poliestireno expandido cortado a medida	D=0,50 m ; Longitud aligeramiento=23 m 7 aligeramientos Aligeramiento poliestirano expandido= 30 m^3
4.3	Acero para armar B-500 S para colocación en tablero	Planos de ferralla (Doc. nº3 proyecto constructivo) D_acero = 7850 kg/m^3 13216,40 Kg
4.4	Acero Y 1860 S7 de 19 cordones (16 tendones)	A_cordon=140 mm ² ; A tendón=2660 mm ² Longitud 26 m ; D_acero=7850 kg/m ³ A pretensado= $16 \times 2660 = 42560 \text{ mm}^2 = 0,04256 \text{ m}^2$ Volumen= $0,04256 \times 26 \times 7850 = 8686,50 \text{ Kg}$
4.5	Hormigón para pretensar tipo HP-45/B/20/IIa	A_tablero= $(0,9 \times 7 + 0,5 \times 0,2 \times 2) - (7 \times \pi \times 0,25^2) = 5,12 \text{ m}^2$ L útil para medición de hormigón= 30 m $5,12 \times 30 = 156,66 \text{ m}^3$

4.6	Apoyo con pieza rectangular de neopreno armado	Nº neoprenos= 8 Altura neopreno =0,063 m Planta = 0,25 m x 0,30 m $2,5*3*0,63*8*2= 75,6 \text{ dm}^3$
4.7	Impermeabilización en tableros, con emulsión tipo ECR1	Longitud entre estribos=26 m Ancho paramento superior tablero = 8 m Planta= $26*8= 208 \text{ m}^2$
4.8	Mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 5 cm de espesor pavimento puente	Espesor =5 cm Densidad mezcla bituminosa=2,3 t/m ³ Pavimento tablero= $8*26*0,05*2,3=22,20$
4.9	Formación de junta de dilatación para tableros de puentes, con perfil de caucho extrusionado	Ancho tablero=8 $8+8=16$ metros
4.10	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2 , formada por pieza compuesta , con geometría circular de D =50 mm y 3 mm de espesor	$A_{\text{metalica}}=\pi*(0,253^2 - 0,25^2) =0,00474 \text{ m}^2$ $D_{\text{acero}}=7850 \text{ kg/m}^3$ $0,00474*23*7*7850=5991,48 \text{ kg}$
4.11	Pretil, pieza prefabricada de hormigón visto para imposta de puente, según planos	Longitud entre apoyos de estribos=26 m Longitud= $26+26= 52 \text{ m}$
4.12	Cimbra	Partida alzada a justificar para cimbra en toda longitud, con geometría de la sección del tablero.
5.1	Pintado con pintura acrílica en solución acuosa o con disolvente y reflectante con microesferas de vidrio, puente y caminos de acceso	Longitud camino este=20,4 m Longitud camino oeste=7,5 m Longitud puente entre estribos=26 m $(20,4+7,5+26+7,5)*3=161,7 \text{ m}$

5.2	Señalización y balizamiento vertical provisional y definitivo	Partida alzada de cobro íntegro para la seguridad vial , señalización, balizamiento y desvíos provisionales y definitivos durante la ejecución de las obras y posterior , salvado indicaciones de la Dirección de Obra
5.3	Prueba de carga estructura	Partida alzada a justificar para Prueba de carga para estructura
5.4	Plan de control de calidad	Partida alzada a justificar para el cumplimiento del control de calidad en obra, en base al Estudio y el Plan de control de calidad
5.5	Imprevistos de obra	Partida alzada a justificar para imprevistos en obra

El autor del proyecto

Madrid, 7 septiembre, 2015

Manuel Domínguez Herreras

MEDICIONES

Capítulo: 01 Desbroce y despeje

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
1.1	m ²	de despeje y desbroce de caminos de acceso Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos, incluso transporte de productos a vertedero o lugar de acopio		
		Camino de acceso Este	210	285
		Camino de acceso Oeste	75	
		Suma total de la partida		285
1.2	m ³	terraplen camino de acceso provional oeste Terraplén extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte		
		Suma total de la partida		37,5
Capítulo: 02 Ejecución caminos de acceso				
2.1	m ³	de excavación caminos de acceso al puente Excavación en cualquier clase de terreno en caminos de acceso al puente, incluso carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio para oreo		
		Camino de acceso Este	525	712,5
		Camino de acceso Oeste	187,5	
		Suma total de la partida		
2.2	m ³	de relleno explanadas Relleno localizado de explanada de caminos con suelo adecuado de traza, incluso compactación por tongadas, humectación, rasanteo y nivelación		
		Camino de acceso Este	496	683,5
		Camino de acceso Oeste	187,5	
		Suma total de la partida		
2.3	m ³	de terraplén explanadas caminos Terraplén extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte		
		Camino de acceso Oeste	37,5	37,5
		Suma total de la partida	37,5	

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
2.4	m ²	de suelo cemento Suelo cemento en capa inferior de firme en los caminos de acceso al puente ,extendido,humectado,mezclado,compactado ,nivelado,totalmente colocado		
		Explanación camino acceso Este (desmonte)	168	
		Explanación camino acceso Oeste(Terraplen)	60	
		Suma total de la partida		228
2.5	t	de mezcla bituminosa tipo AC 22 Base B60/70 G para capa base Mezcla bituminosa tipo AC 22 Base B60/70 G para capa base de 7 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia		
		Camino de acceso Este	28,22	
		Camino de acceso Oeste	10 ,01	
		Suma total de la partida		38,23
2.6	t	de mezcla bituminosa tipo AC 22 Bin B60/70 D para capa intermedia Mezcla bituminosa AC 22 Bin B60/70 D para capa intermedia de 5 cm de espesor, extendida y compactada ,con riegos de imprimación y adherencia		
		Camino de acceso Este	20,16	
		Camino de acceso Oeste	7,20	
		Suma total de la partida		27,36
2.7	t	de mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura Mezcla bituminosa AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 4 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia		
		Camino de acceso Este	16,12	
		Camino de acceso Oeste	5,76	
		Suma total de la partida		21,88

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
2.8	m ³	de cunetas revestidas de hormigón		
		Hormigón en masa HM-15 en formación de cunetas y encofrado, fratasado, acabados y juntas		
		Camino de acceso Este	2,8	
		Camino de acceso Oeste	1,2	
		Suma total de la partida		4
Capítulo: 03 Estribos				
3.1	m ³	de excavación estribos		
		Excavación en cualquier clase de terreno en cimientos de estribo, incluso entibación, carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio		
		Estribo 1	200	
		Estribo 2	250	
		Suma total de la partida		450
3.2	m ³	de relleno localizado		
		Relleno localizado de cimientos de estribo con suelo adecuado, incluso compactación por tongadas, humectación, rasanteo y nivelación		
		Estribo 1	150	
		Estribo 2	200	
		Suma total de la partida		350
3.3	kg	de acero B-500 S en barras para armar		
		Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despunte, montaje y colocación en cimientos de estribo		
		Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despunte, montaje y colocación en cimientos de estribo		
		Estribo 1	1256	
		Estribo 2	1256	
		Suma total de la partida		2512

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
3.4	m ³	de hormigón HA-35/B/20/IIa Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIa en zapatas de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado		
		Estribo 1	24	
		Estribo 2	24	
		Suma total de la partida		48
3.5	m ³	de hormigón HM-15 Hormigón en masa HM-15 de limpieza o nivelación para cimentación de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado		
		Estribo 1	2,4	
		Estribo 2	2,4	
		Suma total de la partida		4,8
3.6	m ²	de encofrado plano oculto Encofrado y desencofrado plano, con tablero fenólico, en cimientos de estribo, colocado en cimentación		
		Estribo 1	26,30	
		Estribo 2	26,30	
		Suma total de la partida		52,6
3.7	kg	de acero B-500 S en barras para armar Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en alzado de estribo		
		Estribo 1	1915,4	
		Estribo 2	1915,4	
		Suma total de la partida		3830,8

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
3.8	m ³	de hormigón HA-35/B/20/IIa Hormigón para armar tipoHA-35/B/20/IIa en alzados de estribos, incluso suministro, colocación y vibrado		
		Estribo 1	28	
		Estribo 2	28	
		Suma total de la partida		56
3.9	m ²	de encofrado plano visto Encofrado y desencofrado plano ,con tablero fenólico en alzados, colocado en estribos a cualquier altura		
		Estribo 1	56,4	
		Estribo 2	56,4	
		Suma total de la partida		112,8
3.10	m ²	de impermeabilización Impermeabilización con emulsión bitumonosa en trasdós de estribos, terminada ,con dotación 2 Kg/m2		
		Estribo 1	24	
		Estribo 2	24	
		Suma total de la partida		48
3.11	m	de tubo dren Tubo dren poroso de 15 cm de diámetro interior, colocado en estribos		
		Estribo 1	13,00	
		Estribo 2	13,00	
		Suma total de la partida		26,00

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
Capítulo: 04 Tablero				
4.1	m ²	de encofrado sobre cimbra Encofrado sobre cimbra para techos y losas con tablero de madera , montado sobre entramado de perfiles metálicos en una altura máxima de 2 m, para una superficie horizontal		
		Suma total de la partida		290
4.2	m ³	Aligeramientos Alivio perdido recto en tableros de puentes, con poliestireno expandido cortado a medida con la forma según planos , de 50 cm de diametro totalmente colocado		
		Suma total de la partida		30
4.3	kg	de acero B-500 S en barras para armar en tablero Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en tablero		
		Suma total de la partida		13216,40
4.4	kg	de acero Y-1860 S7 para pretensar Acero Y 1860 S7 de 19 cordones de 15 mm ensartado en tendón de cualquier longitud, montaje,tensado con anclajes activos de acero fundido, vaina de tubo de acero corrugado de 90 mm de diametro y 0.3 mm de espesor , inyección de lechada y sellado de cajetines, totalmente terminado		
		Suma total de la partida		8686,50

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
4.5	m ³	de hormigón HP-45/B/20/IIa Hormigón para pretensar tipo HP-45/B/20/IIa en tablero de puente, incluso suministro, colocación curado y vibrado.		75,6
		Suma total de la partida		156,66
4.6	dm ³	de Apoyo de neopreno armado rectangular standard Apoyo con pieza rectangular de neopreno armado de más de 6 dm3 de volumen , colocado		
		Suma total de la partida		75,6
4.7	m ²	de impermeabilización de tablero Impermeabilización en tableros, con emulsión tipo ECR-1 en una dotación de 2 Kg/m2 aplicada		
		Suma total de la partida		208,00
4.8	t	de mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura Mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 5 cm de espesor, extendida y compactada, con riegos de imprimación		
		Puente	22,20	
		Suma total de la partida	22,20	
				22,20
4.9	t	Junta de dilatación tablero Formación de junta de dilatación para tableros de puentes, con perfil de caucho extrusionado, para absorber movimientos de 50 mm como máximo, colocado con adhesivo, incluso mortero epoxi de relleno, materiales de sellado y colocación, terminada		
		Puente	16	
		Suma total de la partida	16	16

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
4.10	Kg	Tubo de recubrimiento de aligeramiento Acero S275JR según UNE-EN 10025-2 , formada por pieza compuesta , con geometría circular de D =50 mm y 3 mm de espesor, con fijación según planos , trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante y pintado,colocado en obra con soldadura ,soportes chapa de fijación y tornillos.		5991,48
4.11	m	de pretil Pieza prefabricada de hormigón visto para imposta de puente, según planos, colocada Suma total de la partida		52
4.12	ud	Cimbra Partida alzada a justificar para cimbra en toda longitud, con geometría de la sección del tablero Según planos, con apoyos en estribos , sino incumbir en terreno inferior. No integra el encofrado superior		1,00
Capítulo: 05 Acabados				
5.1	m	Pintado de señalización horizontal Pintado con pintura acrílica en solución acuosa o con disolvente y reflectante con microesferas de vidrio, incluyendo el premarcaje en puente y caminos de acceso Suma total de la partida		161,7
5.2	ud	Señalización y balizamiento vertical provisional y definitivo Partida alzada de cobro íntegro para la seguridad vial , señalización, balizamiento y desvíos provisionales y definitivos durante la ejecución de las obras y posterior , salvado indicaciones de la Dirección de Obra Suma total de la partida		1,00

MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Parcial	Total
5.3	ud	de prueba de carga		
		Partida alzada a justificar para Prueba de carga para estructura		
		Suma total de la partida		1,00
5.4	ud	Plan de control de calidad		
		Partida alzada a justificar para el cumplimiento de el control de calidad en obra, en base al Estudio y el Plan de control de calidad		1,00
5.5	ud	Imprevistos de obra		
		Partida alzada a justificar para imprevistos en obra		
		Suma total de la partida		1,00

Cuadro de precios I

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 17/8/15

Pág.: 1

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P-1	1.1	m2	Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos, incluso transporte de productos a vertedero o lugar de acopio (TREINTA Y SEIS CENTIMOS)	0,36 €
P-2	1.2	m3	Terraplén provisional acceso oeste extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte (SIETE CON CUATRO CENTIMOS)	7,04 €
P-3	2.1	m3	Excavación en cualquier clase de terreno en caminos de acceso al puente, incluso carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio para oreo (CUATRO CON NOVENTA Y NUEVO CÉNTIMOS)	4,99 €
P-4	2.2	m3	Relleno localizado de explanada de caminos con suelo adecuado de traza, incluso compactación por tongadas, humectación , rasanteo y nivelación (TRECE EUROS CON NOVENTA Y SIETE CENTIMOS)	13,97 €
P-5	2.3	m3	Terraplén extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte (TRECE EUROS CON NOVENTA Y SIETE CENTIMOS)	13,97 €
P-6	2.4	m2	Suelo cemento en capa inferior de firme en los caminos de acceso al puente, extendido humectado ,mezclado,compactado,nivelado,totalmente colocado (DICISIETE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CENTIMOS)	17,98 €
P-7	2.5	t	Mezcla bituminosa tipo AC 22 Base B60/70 G para capa base de 7 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia (OCHENTA Y UNO EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS)	81,75 €
P-8	2.6	t	Mezcla bituminosa AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 4 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia (OCHENTA Y UNO EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS)	81,75 €
P-9	2.7	t	Mezcla bituminosa AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 4 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia (OCHENTA Y UNO EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS)	81,75 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 17/8/15

Pág.: 2

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P-10	2.8	m3	Hormigón en masa HM-15 en formación de cunetas y encofrado,fratasado,acabados y juntas en cunetas de caminos de acceso al puente (OCHENTA Y NUEVE EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS)	89,10 €
P-11	3.1	m3	Excavación en cualquier clase de terreno en cimientos de estribo, incluso entibación, carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio (CUATRO EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS)	4,99 €
P-12	3.2	m3	Relleno localizado de cimientos de estribo con suelo adecuado, incluso compactación por tongadas, humectación , rasanteo y nivelación (TRECE EUROS CON NOVENTA Y SIETE CENTIMOS)	13,97 €
P-13	3.3	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en cimientos de estribo (UNO EUROS CON CINCO CENTIMOS)	1,05 €
P-14	3.4	m3	Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/Ila en zapatas de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado (NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y SEIS CENTIMOS)	99,46 €
P-15	3.5	m3	Hormigón en masa HM-15 de limpieza o nivelación para cimentación de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado (SESENTA Y CUATRO EUROS CON NUEVE CENTIMOS)	64,09 €
P-16	3.6	m3	Encofrado y desencofrado plano,con tablero fenólico, en cimientos de estribo, colocado en cimentación (VEINTE Y SEIS EUROS CON SIETE CENTIMOS)	26,07 €
P-17	3.7	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en alzado de estribo (UNO EUROS CON CINCO CENTIMOS)	1,05 €
P-18	3.8	m3	Hormigón para armar tipoHA-35/B/20/Ila en alzados de estribos, incluso suministro, colocación y vibrado (NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y SEIS CENTIMOS)	99,46 €
P-19	3.9	m2	Encofrado y desencofrado plano ,con tablero fenólico en alzados, colocado en estribos a cualquier altura (CIENTO OCHO EUROS CON ONCE CENTIMOS)	55,01 €
P-20	3.10	m2	mpermeabilización con emulsión bitumonosa en trasdós de estribos, terminada ,con dotación 2 Kg/m2 (SIETE EUROS CON TREINTA Y DOS CENTIMOS)	7,32 €
P-21	3.11	m	Tubo dren poroso de 15 cm de diámetro interior, colocado en estribos (DIECISEIS EUROS CON SIETE CENTIMOS)	16,07 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 17/8/15

Pág.: 3

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-22	4.1	m2	Encofrado sobre cimbra para techos y losas con tablero de madera , montado sobre entramado de perfiles metálicos en una altura máxima de 2 m, para una superficie horizontal (CINCUENTA Y SIETE EUROS CON SESENTA Y CINCO CENTIMOS)	57,65	€
P-23	4.2	m3	Aligeramiento perdido recto en tableros de puentes, con poliestireno expandido cortado a medida con la forma según planos , de 50 cm de diametro totalmente colocado (CIENTO OCHO EUROS CON ONCE CENTIMOS)	108,11	€
P-24	4.3	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en tablero (UNO EUROS CON CINCO CENTIMOS)	1,05	€
P-25	4.4	kg	Acero Y 1860 S7 de 19 cordones de 15 mm ensartado en tendón de cualquier longitud, montaje,tensado con anclajes activos de acero fundido, vaina de tubo de acero corrugado de 90 mm de diametro y 0.3 mm de espesor , inyección de lechada y sellado de cajetines, totalmente terminado (TRES EUROS CON SETENTA Y CUATRO CENTIMOS)	3,14	€
P-26	4.5	m3	Hormigón para pretensar tipo HP-45/B/20/Ila en tablero de puente, incluso suministro, colocación curado y vibrado. (CIENTO DIECIOCHO EUROS CON DICISIETE EUROS)	118,17	€
P-27	4.6	m2	Apoyo con pieza rectangular de neopreno armado de más de 6 dm3 de volumen , colocado (SETENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA CENTIMOS<)	79,80	€
P-28	4.7	m2	Impermeabilización en tableros, con emulsión tipo ECR-1 en una dotación de 2 Kg/m2 aplicada (SIETE EUROS CON TREINTA Y DOS CENTIMOS)	7,32	€
P-29	4.8	t	Mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 5 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación (OCHENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS)	81,75	€
P-30	4.9	m	Formación de junta de dilatación para tableros de puentes,con perfil de caucho extrusionado, para absorber movimientos de 50 mm como máximo, colocado con adhesivo, incluso mortero epoxi de relleno, materiales de sellado y colocación, terminada (CIENTO CINCUENTA Y SIETE CON OCHENTA Y CUATRO)	157,84	€
P-31	4.10	kg	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2 , formada por pieza compuesta , con geometría circular de D =50 mm y 3 mm de espesor, con fijación según planos , trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante y pintado,colocado en obra con soldadura ,soportes chapa de fijación y tornillos. (UN EUROS CON OCHENTA Y UN CENTIMOS)	1,81	€
P-32	4.11	m	Pieza prefabricada de hormigón visto para imposta de puente (Pretil), según planos, colocada (SESENTA Y SEIS EUROS CON DIECIOCHO CENTIMOS)	66,18	€
P-33	4.12	ud	Partida alzada a justificar para cimbra en toda longitud, con geometría de la sección del tablero Según planos, con apoyos en pila y estribos , sino incumbrir en terreno inferior. No integra el encofrado superior (QUINCE MIL EUROS)	6000	€

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 17/8/15

Pág.: 4

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-34	5.1	m	Pintado con pintura acrílica en solución acuosa o con disolvente y reflectante con microesferas de vidrio, incluyendo el premarcaje en puente y caminos de acceso (SETENTA Y SEIS CENTIMOS)	0,76	€
P-35	5.2	ud	Partida alzada de cobro íntegro para la seguridad vial, señalización, balizamiento y desvíos provisionales y definitivos, durante la ejecución de las obras y posterior, salvado indicaciones de la Dirección de Obra (MIL EUROS)	1000	€
P-36	5.3	ud	Partida alzada a justificar para prueba de carga de estructura	1000	€
P-37	5.4	ud	Partida alzada a justificar para el cumplimiento de el control de calidad en obra, en base al Estudio y el Plan de control de calidad (TRES MIL QUIENTOS EUROS)	3500	€
P-38	5.5	pa	Partida alzada a justificar para imprevistos en obra (CUATRO MIL EUROS)	1000	€

El autor del proyecto:

Manuel Dominguez Herrerias

Cuadro de precios II

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 19/8/15

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-1	1.1	m2	Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos, incluso transporte de productos a vertedero o lugar de acopio	0,36	€
			Sin descripción:	0,36	€
P-2	1.2	m3	Terraplén provisional acceso oeste, extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte	7,04	€
			Fase 1: Excavación y transporte	4,99	€
			Fase 2: Extendido, humectación y compactación	2,05	€
P-3	2.1	m3	Excavación en cualquier clase de terreno en caminos de acceso al puente, incluso carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio para oreo	4,99	€
			Sin descripción:	4,99	€
P-4	2.2	m3	Relleno localizado de explanada de caminos con suelo adecuado de traza, incluso compactación por tongadas, humectación , rasanteo y nivelación	13,97	€
			Sin descripción:	13,97	€
P-5	2.3	m3	Terraplén extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte	13,97	€
			ase 1: Excavación y transporte	7,99	€
			Fase 2: Extendido, humectación y compactación	5,98	€
P-6	2.4	m2	Suelo cemento en capa inferior de firme en los caminos de acceso al puente,extendido,humectado,mezclado,compactado,nivelado,totalmente colocado	17,98	€
			Sin descripción:	17,98	€
P-7	2.5	t	Mezcla bituminosa tipo AC 22 Base B60/70 G para capa base de 7 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia	81,75	€
			Sin descripción:	81,75	€

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 19/8/15

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P-8	2.6	t	Mezcla bituminosa AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 4 cm de espesor, extendida y compactada, con riegos de imprimación y adherencia	81,75 €
			Sin descripción:	81,75 €
P-9	2.7	t	Mezcla bituminosa AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 4 cm de espesor, extendida y compactada, con riegos de imprimación y adherencia	81,75 €
			Sin descripción:	81,75 €
P-10	2.8	m3	Hormigón en masa HM-15 en formación de cunetas y encofrado, fratasado, acabados y juntas en cunetas de caminos de acceso al puente	89,10 €
			Sin descripción:	89,10 €
P-11	3.1	m3	Excavación en cualquier clase de terreno en cimientos de estribo, incluso entibación, carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio	4,99 €
			Sin descripción:	4,99 €
P-12	3.2	m3	Relleno localizado de cimientos de estribo con suelo adecuado, incluso compactación por tongadas, humectación, rasanteo y nivelación	13,97 €
			Sin descripción:	13,97 €
P-13	3.3	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en cimientos de estribo	1,05 €
			Sin descripción:	1,05 €
P-14	3.4	m3	Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIa en zapatas de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado	99,46 €
			Sin descripción:	99,46 €
P-15	3.5	m3	Hormigón en masa HM-15 de limpieza o nivelación para cimentación de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado	64,09 €
			Sin descripción:	64,09 €
P-16	3.6	m3	Encofrado y desencofrado plano, con tablero fenólico, en cimientos de estribo, colocado en cimentación	26,07 €
			Sin descripción:	26,07 €
P-17	3.7	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en alzado de estribo	1,05 €
			Sin descripción:	1,05 €
P-18	3.8	m3	Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIa en alzados de estribos, incluso suministro, colocación y vibrado	99,46 €
			Sin descripción:	99,46 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 19/8/15

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-19	3.9	m2	Encofrado y desencofrado plano ,con tablero fenólico en alzados, colocado en estribos a cualquier altura	55,01	€
			Desencofrado	0,18	€
			Puntal metálico y telescópico para 2 m de altura y 150 usos	0,61	€
			Lata de madera de pino	6,35	€
			Materiales auxiliares para encofrar	4,78	€
			Tablón de madera de pino para 10 usos	0,40	€
			Otros conceptos	42,69	€
P-20	3.10	m2	mpermeabilización con emulsión bitumonosa en trasdós de estribos, terminada ,con dotación 2 Kg/m2	7,32	€
			kg Emulsió bituminosa, tipus EB	3,52	€
			Otros conceptos	3,80	€
P-21	3.11	m	Tubo dren poroso de 15 cm de diámetro interior, colocado en estribos	16,07	€
			Sin desscripción:	16,07	€
P-22	4.1	m2	Encofrado sobre cimbra para techos y losas con tablero de madera , montado sobre entramado de perfiles metálicos en una altura máxima de 2 m, para una superficie horizontal	57,65	€
			Sin descripción:	57,65	€
P-23	4.2	m3	Aligeramiento perdido recto en tableros de puentes, con poliestireno expandido cortado a medida con la forma según planos , de 50 cm de diametro totalmente colocado	108,11	€
		m3	Poliestireno estirado con la forma del aligeramiento	85,70	€
		u	Elementos axuliares para ligar el aligeramiento	1,40	€
			Otros conceptos	21,01	€
P-24	4.3	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en tablero	1,05	€
			Sin descripción:	1,05	€
P-25	4.4	kg	Acero Y 1860 S7 de 19 cordones de 15 mm ensartado en tendón de cualquier longitud, montaje,tensado con anclajes activos de acero fundido, vaina de tubo de acero corrugado de 90 mm de diametro y 0.3 mm de espesor , inyección de lechada y sellado de cajetines, totalmente terminado	3,14	€
			Sin descripción:	3,14	€

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 19/8/15

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-26	4.5	m3	Hormigón para pretensar tipo HP-45/B/20/IIa en tablero de puente, incluso suministro, colocación curado y vibrado.	118,17	€
			Sin descripción:	118,17	€
P-27	4.6	m2	Apoyo con pieza rectangular de neopreno armado de más de 6 dm3 de volumen , colocado	79,80	€
			Sin descripción:	79,80	€
P-28	4.7	m2	Impermeabilización en tableros, con emulsión tipo ECR-1 en una dotación de 2 Kg/m2 aplicada	7,32	€
			Sin descripción:	7,32	€
P-29	4.8	t	Mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 5 cm de espesor, extendida y compactada, con riegos de imprimación	81,75	€
			Sin descripción:	81,75	€
P-30	4.9	m	Formación de junta de dilatación para tableros de puentes, con perfil de caucho extrusionado, para absorber movimientos de 50 mm como máximo, colocado con adhesivo, incluso mortero epoxi de relleno, materiales de sellado y colocación, terminada	157,84	€
		m	Junt de dilatació exterior, formada per perfil de cautxú extrusionat, per a un recorregut	83,72000	€
			Otros conceptos	73,46000	€
P-31	4.10	kg	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2 , formada por pieza compuesta , con geometría circular de D =50 mm y 3 mm de espesor, con fijación según planos , trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante y pintado, colocado en obra con soldadura ,soportes chapa de fijación y tornillos.	1,81	€
			Sin descripción:	1,81	€
P-32	4.11	m	Pieza prefabricada de hormigón visto para imposta de puente (Pretil), según planos, colocada	66,18	€
			Sin descripción:	66,18	€
P-33	4.12	ud	Partida alzada a justificar para cimbra en toda longitud, con geometría de la sección del tablero Según planos, con apoyos en pila y estribos , sino incumbrir en terreno inferior. No integra el encofrado superior	6000	€
			Sin descripción:	6000	€
P-34	5.1	m	Pintado con pintura acrílica en solución acuosa o con disolvente y reflectante con microesferas de vidrio, incluyendo el premarcaje en puente y caminos de acceso	0,76	€
		kg	Pintura acrílica en solució aquosa o amb dissolvent, per a marques vials	0,31780	€
		kg	Microesferes de vidre	0,05460	€
			Otros conceptos	0,38760	€

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 19/8/15

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
P-35	5.2	ud	Partida alzada de cobro íntegro para la seguridad vial , señalización, balizamiento y desvíos	1000	€
			provisionales y definitivos, durante la ejecución de las obras y posterior ,salvado indicaciones de la		
			Dirección de Obra	1000	€
			Sin descripción:		
P-36	5.3	ud	Partida alzada a justificar para prueba de carga de estructura	1000	€
			Sin descripción:	1000	€
P-37	5.4	ud	Partida alzada a justificar para el cumplimiento de el control de calidad en obra, en base	3500	€
			al Estudio y el Plan de control de calidad		
			Sin descripción:	3500	€
P-38	5.5	pa	Partida alzada a justificar para imprevistos en obra	1000	€
			Sin descripción:	1000	€

El autor del proyecto:

Manuel Dominguez Herrerias

Presupuesto

PRESUPUESTO

Fecha: 19/8/15

Obra 01 Presupuesto
Capítulo 01 DESBROCE Y DESPEJE

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
P-1	1.1	m ²	Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos, incluso transporte de productos a vertedero o lugar de acopio	0,36	285	102,6
P-2	1.2	m ³	Terraplén extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte	7,04	37,5	264
Total						366,6

Obra 01 Presupuesto
Capítulo 02 EJECUCIÓN CARRETERAS DE ACCESO

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
P-3	2.1	m ³	Excavación en cualquier clase de terreno en caminos de acceso al puente, incluso carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio para oreo	4,99	712,5	3555,37
P-4	2.2	m ³	Relleno localizado de explanada de caminos con suelo adecuado de traza, incluso compactación por tongadas, humectación, rasanteo y nivelación	13,97	683,5	9548,49
P-5	2.3	m ³	Terraplén extendido y compactado con material procedente de la excavación o préstamos, incluido adquisición, excavación y transporte	13,97	37,5	523,87
P-6	2.4	m ²	Suelo cemento en capa inferior de firme en los caminos de acceso al puente, extendido, humectado, mezclado, compactado, nivelado, totalmente colocado	17,98	228	4099,44
P-7	2.5	t	Mezcla bituminosa tipo AC 22 Base B60/70 G para capa base de 7 cm de espesor, extendida y compactada, con riegos de imprimación y adherencia	81,75	38,23	3125,30

euros

P-8	2.6	t	Mezcla bituminosa AC 22 Bin B60/70 D para capa intermedia de 5 cm de espesor, extendida y compactada ,con riegos de imprimación y adherencia	81,75	27,36	2236,68
P-9	2.7	t	Mezcla bituminosa AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 4 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación y adherencia	81,75	21,88	1788,69
P-10	2.8	m ³	Hormigón en masa HM-15 en formación de cunetas y encofrado,fratasado,acabados y juntas	89,10	4	356,4

Total

21234,24

Obra 01 Presupuesto
Captulol 03 ESTRIBOS

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
P-11	3.1	m ³	Excavación en cualquier clase de terreno en cimientos de estribo, incluso entibación, carga y transporte de materiales a vertedero o lugar de acopio	4,99	450	2245,5
P-12	3.2	m ³	Relleno localizado de cimientos de estribo con suelo adecuado, incluso compactación por tongadas, humectación , rasanteo y nivelación	13,97	350	4889,5
P-13	3.3	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en cimientos de estribo	1,05	2512	2637,6
P-14	3.4	kg	Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIaen zapatas de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado	99,46	48	4774,08
P-15	3.5	m ³	Hormigón en masa HM-15 de limpieza o nivelación para cimentación de estribo, incluso suministro, colocación y vibrado	64,09	4,8	307,63
P-16	3.6	m ²	Encofrado y desencofrado plano,con tablero fenólico, en cimientos de estribo, colocado en cimentación	26,07	52,6	1371,28
P-17	3.7	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en alzado de estribo	1,05	3830,8	4022,34

euros

P-18	3.8	m ³	Hormigón para armar tipoHA-35/B/20/IIa en alzados de estribos, incluso suministro, colocación y vibrado	99,46	56	5569,76
P-19	3.9	m ²	Encofrado y desencofrado plano ,con tablero fenólico en alzados, colocado en estribos a cualquier altura	55,01	112,8	6205,12
P-20	3.10	m ²	Impermeabilización con emulsión bitumonosa en trasdós de estribos, terminada ,con dotación 2 Kg/m2	7,32	48	351,36
P-21	3.11	m	Tubo dren poroso de 15 cm de diámetro interior, colocado en estribos	16,07	26	417,82

Total

32791,99

Obra 01 Presupuesto
Capítulo 04 TABLERO

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
P-22	4.1	m ²	Encofrado sobre cimbra para techos y losas con tablero de madera , montado sobre entramado de perfiles metálicos en una altura máxima de 2 m, para una superficie horizontal	57,65	290	16718,5
P-23	4.2	m ³	Alivio perdido recto en tableros de puentes, con poliestireno expandido cortado a medida con la forma según planos , de 50 cm de diametro totalmente colocado	108,11	30	3183,3
P-24	4.3	kg	Acero para armar B-500 S, incluso parte proporcional de cortes, despuntes, montaje y colocación en tablero	1,05	13216,40	13877,22
P-25	4.4	kg	Acero Y 1860 S7 de 19 cordones de 15 mm ensartado en tendón de cualquier longitud, montaje,tensado con anclajes activos de acero fundido, vaina de tubo de acero corrugado de 90 mm de diametro y 0.3 mm de espesor , inyección de lechada y sellado de cajetines, totalmente terminado	3,14	8686,50	27275,61

P-26	4.5	m ³	Hormigón para pretensar tipo HP-45/B/20/IIa en tablero de puente, incluso suministro, colocación curado y vibrado.	118,17	156,66	18512,51
P-27	4.6	dm ³	Apoyo con pieza rectangular de neopreno armado de más de 6 dm3 de volumen , colocado	79,80	75,6	6032,88
P-28	4.7	m ²	Impermeabilización en tableros, con emulsión tipo ECR-1 en una dotación de 2 Kg/m2 aplicada	7,32	208	1522,56
P-29	4.8	t	Mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf B60/70 S para capa de rodadura de 5 cm de espesor, extendida y compactada,con riegos de imprimación	81,75	22,20	1814,85
P-30	4.9	t	Formación de junta de dilatación para tableros de puentes, con perfil de caucho extrusionado, para absorber movimientos de 50 mm como máximo, colocado con adhesivo, incluso mortero epoxi de relleno, materiales de sellado y colocación, terminada	157,84	16	2525,44
P-31	4.10	Kg	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2 , formada por pieza compuesta , con geometría circular de D =50 mm y 3 mm de espesor, con fijación según planos , trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante y pintado,colocado en obra con soldadura ,soportes chapa de fijación y tornillos.	1,81	5991,48	10844,57
P-32	4.11	m	Pieza prefabricada de hormigón visto para imposta de puente, según planos, colocada y anclada	66,18	52	3441,36
P-33	4.12	ud	Partida alzada a justificar para cimbra en toda longitud, con geometría de la sección del tablero Según planos, con apoyos en pila y estribos , sino incumbrir en terreno inferior. No integra el encofrado superior			6000

Total

111748,8

euros

Obra	01	Presupuesto
Capítulo	05	ACABADOS

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
P-34	5.1	m	Pintado con pintura acrílica en solución acuosa o con disolvente y reflectante con microesferas de vidrio, incluyendo el premarcaje en puente y caminos de acceso	0,76	161,7	122,89
P-35	5.2	ud	Partida alzada de cobro íntegro para la seguridad vial, señalización, balizamiento y desvíos provisionales y definitivos durante la ejecución de las obras y posterior, salvado indicaciones de la Dirección de Obra			1000
P-36	5.3	ud	Partida alzada a justificar para prueba carga de estructura			1000
P-37	5.4	ud	Partida alzada a justificar para el cumplimiento de el control de calidad en obra, en base al Estudio y el Plan de control de calidad			3500
P-38	5.5	ud	Partida alzada a justificar para imprevistos en obra			1000
Total						6622,89

euros

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Fecha: 19/8/15

NIVEL : Capítulo			Importe
Capítulo	01	DESBROCE Y DESPEJE	366,6
Capítulo	02	EJECUCIÓN CARRETERAS DE ACCESO	21234,24
Capítulo	03	ESTRIBOS	32791,99
Capítulo	04	TABLERO	111748,80
Capítulo	05	ACABADOS	6622,89
	01	Presupuesto	172764,52

euros

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	172764,52 €
13,00 % GASTOS GENERALES SOBRE 172764,57.....	22459,38 €
6,00 % BENEFICIO INDUSTRIAL SOBRE 172764,52.....	10365,87 €
	<hr/>
Subtotal	205589,77 €
21,00 % IVA SOBRE 205589,77.....	43173,85 €
	<hr/>
TOTAL PRESUPUESTO POR CONTRATA	248763,62 €

Este presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de:

(DOSCIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL SETECIENTES SESENTA Y TRES
CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS)

El autor del proyecto,
Madrid 19 de Julio de 2015

Manuel Dominguez Herrerias